

**AVALIAÇÃO DA CARGA MENTAL DE TRABALHO  
EM PILOTOS DA AVIAÇÃO MILITAR**

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**AVALIAÇÃO DA CARGA MENTAL DE TRABALHO  
EM PILOTOS DA AVIAÇÃO MILITAR**

Michel Henrique Baumer

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de  
Santa Catarina como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia de Produção

Florianópolis

2003

Michel Henrique Baumer

**AVALIAÇÃO DA CARGA MENTAL DE TRABALHO EM PILOTOS  
DA AVIAÇÃO MILITAR**

Essa Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de  
**Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção** da  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 27 de Fevereiro de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Roberto Moraes Cruz, Dr.  
**Orientador**

---

Prof. Francisco A. P. Fialho, Dr.

---

Prof. Antônio Renato Pereira Moro, Dr.

*Dedico essa dissertação à minha Esposa Carla  
Maria Wojcikiewicz Caldas Baumer, por todo o seu  
amor... Carinho... Compreensão... Afeto...  
Paciência... E acima de tudo, por você ser essa  
pessoa maravilhosa e especial com quem eu desejo  
profundamente passar ao seu lado o resto de meus  
dias....*

### *Agradecimentos*

Ao Criador por estar sempre presente em todos momentos de  
nossas vidas;

A minha esposa Carla que tanto amo, pelo apoio e  
companheirismo;

Aos meus pais, por todo apoio e confiança despendidos em mim,  
sem eles nada disso seria possível;

Ao meu orientador, Dr. Roberto Moraes Cruz, por dedicar-se com  
afinco a minha orientação e as correções dessa dissertação;

A todo o pessoal da Base Aérea de Florianópolis e especialmente  
ao Tenente Gil Lima e Silva, por sua disposição e colaboração;

Aos meus amigos, por seu apoio;

Ao Pessoal do PSITRAB, que sempre me apoio, e contribui com  
momentos de descontração;

Aos Mestres, por terem me ensinado tantas coisas novas;

A Prof. Célia, por todas oportunidades e compreensão;

E a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram  
para a realização desta pesquisa.

## Sumário

<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>p. viii</b>
<b>Lista de Quadros .....</b>	<b>p. x</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>p. xi</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>p. xiii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>p. xiv</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....</b>	<b>p. 001</b>
1.1 O contexto de pesquisa e o problema .....	p. 003
1.2 Justificativa e relevância do estudo .....	p. 009
1.3 Objetivos .....	p. 011
1.3.1 Objetivo geral .....	p. 011
1.3.2 Objetivos específicos .....	p. 011
1.4 Limitações do estudo .....	p. 012
<b>CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>p. 013</b>
2.1 Os diversos Conceitos de Carga .....	p. 013
2.2 O Conceito de Carga de Trabalho em Psicologia do Trabalho e em Ergonomia .....	p. 015
2.3 O Conceito de Carga Mental do Trabalho .....	p. 022
2.3.1 A importância do conceito de carga mental do trabalho .....	p. 026
2.3.2 A carga mental do trabalho e a ISSO (International Organization for Standardization) .....	p. 029
2.4 Os modelos para a avaliação da Carga Mental .....	p. 030
2.5 Ergonomia .....	p. 035
2.5.1 Ergonomia: Seu histórico e alguns conceitos fundamentais .....	p. 035
2.5.2 A ergonomia e a aviação .....	p. 040
2.5.3 As cargas de trabalho e a ergonomia .....	p. 042
2.6 O Piloto de Avião .....	p. 045
2.6.1 Classificação da CBO (Classificação Brasileira de Ocupações) para os profissionais da aviação .....	p. 045
2.6.2 Tarefas e atividades dos pilotos de avião .....	p. 046
2.6.3 O saber do piloto .....	p. 050
2.6.4 Exigências fisiológicas impostas ao piloto de avião .....	p. 051
2.6.4.1 O sono e seus transtornos .....	p. 052
2.6.4.2 A radiação ultravioleta .....	p. 056
2.6.4.3 A força G e a aceleração da gravidade .....	p. 057
2.6.4.4 As exigências fisiológicas nos vôos em grandes altitudes .....	p. 060
2.6.4.5 Decolagens noturnas e o problema da ilusão do falso subir .....	p. 066
<b>CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>p. 071</b>
3.1 Desenho do estudo .....	p. 071
3.2 Caracterização do local de pesquisa .....	p. 071
3.3 Organização administrativa da FAB .....	p. 07
3.4 Situação de investigação .....	p. 07

3.4.1	Adaptação e Readaptação Diurna .....	p. 075
3.4.2	Adaptação e Readaptação Noturna .....	p. 076
3.4.3	Instrumento Avançado .....	p. 076
3.4.4	Vôo de Formatura .....	p. 077
3.4.5	Navegação .....	p. 078
3.4.6	Lançamento de foguetes .....	p. 078
3.4.7	Busca .....	p. 079
3.4.8	Controle aéreo, esclarecimento, patrulha e inteligência eletrônica .....	p. 079
<b>3.5</b>	<b>O P-95 B (Bandeirante Patrulha) .....</b>	<b>p. 080</b>
3.5.1	Características do P-95 B .....	p. 081
<b>3.6</b>	<b>População .....</b>	<b>p. 084</b>
<b>3.7</b>	<b>Procedimento de pesquisa .....</b>	<b>p. 084</b>
3.7.1	Consultas às fontes bibliográficas .....	p. 084
3.7.2	Instrumento de coleta de dados .....	p. 085
3.7.3	Adaptações realizadas no instrumento .....	p. 093
3.7.4	Desenvolvimento do estudo de campo .....	p. 094
3.7.5	Aplicação do instrumento em campo .....	p. 095
<b>CAPÍTULO 4: SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS ....</b>		<b>p. 097</b>
<b>4.1</b>	<b>Variáveis relacionadas ao perfil geral da população e aos aspectos da carga mental de trabalho em situação hipotética .....</b>	<b>p. 098</b>
<b>4.2</b>	<b>Variáveis relativas aos tipos de vôos e as funções de cabine .....</b>	<b>p. 100</b>
4.2.1	Variáveis relacionadas aos vôos de Adaptação e Readaptação Diurna .....	p. 1 1
4.2.2	Variáveis relacionadas aos vôos de Instrumento Avançado .....	p. 1 2
4.2.3	Variáveis relacionadas aos vôos de Navegação .....	p. 1 3
4.2.4	Variáveis relacionadas aos vôos de Busca e Salvamento .....	p. 1 7
4.2.5	Variáveis relacionadas aos vôos de Controle Aéreo .....	p. 1 9
4.2.6	Variáveis relacionadas a outros tipos de vôos não especificados .....	p. 1 2
<b>4.3</b>	<b>Variáveis relacionadas às médias das taxas e pesos de cada tipo de vôo e função de cabine de comando apresentadas nos gráficos do NASA-TLX precedentes .....</b>	<b>p. 1 2</b>
<b>4.4</b>	<b>Variáveis relacionadas ao cruzamento de todos os tipos de vôos, as funções de bordo e suas médias das taxas globais das cargas mentais de trabalho .....</b>	<b>p. 1 4</b>
<b>4.5</b>	<b>Variáveis relacionadas aos dados gerais dos vôos, funções de cabine e a média da taxa global da carga mental de trabalho .....</b>	<b>p. 1 6</b>
<b>4.6</b>	<b>Variáveis relacionadas ao comparativo da tarefa hipotética versus a tarefa real .....</b>	<b>p. 1 7</b>

<b>4.7</b>	<b>Variáveis relacionadas as frequências de vôos e as funções de cabine .....</b>	<b>p. 121</b>
<b>4.8</b>	<b>Variáveis relacionadas a análise do sujeito P 6 .....</b>	<b>p. 122</b>
<b>4.9</b>	<b>Variáveis relacionadas a presença de intercorrências pelo valor da carga global de trabalho .....</b>	<b>p. 127</b>
	<b>CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>p. 128</b>
	<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>p. 139</b>
	<b>CAPÍTULO 7: PUBLICAÇÕES .....</b>	<b>p. 143</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>p. 144</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>p. 151</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>p. 153</b>



## Lista de Figuras

Figura 1:	Imagem do B 17G .....	p. 005
Figura 2:	Imagem do B 24G .....	p.005
Figura 3:	Desenho Técnico do P-95 B .....	p. 082
Figura 4:	Imagens do P-95B do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL .....	p. 083
Figura 5:	Gráfico da média (n = 15) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX sem a realização prévia de um voo (Taxa Global Média =11,12) .....	p. 099
Figura 6:	Gráfico da média (n = 3) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um voo de Navegação (Taxa Global Média =9,26) .....	p. 105
Figura 7:	Gráfico da média (n = 4) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um voo de Navegação (Taxa Global Média =9,63) .....	p. 105
Figura 8:	Gráfico da média (n = 3) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX nos sujeitos que realizaram num voo de Navegação a tarefa de piloto e co-piloto (Taxa Global Média =11,2) .....	p. 106
Figura 9:	Gráfico da média (n = 2) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um voo de Busca e Salvamento (Taxa Global Média =12,99) .....	p. 108
Figura 10:	Gráfico da média (n = 5) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um voo de Busca e Salvamento (Taxa Global Média =9,99) .....	p. 109
Figura 11:	Gráfico da média (n = 5) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um voo de Controle Aéreo (Taxa Global Média =8,25) .....	p. 111
Figura 12:	Gráfico da média (n = 6) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um voo de Controle Aéreo (Taxa Global Média =10,54) .....	p. 111
Figura 13:	Comparativo das variações nos pesos das demandas na aplicação do TLX, com a tarefa simulada versus a tarefa real no sujeito P 13 .....	p. 118
Figura 14:	Comparativo das variações nas taxas das demandas na aplicação do TLX, com a tarefa simulada versus a tarefa real no sujeito P 13 .....	p. 119
Figura 15:	Gráfico do TLX, do sujeito P 13, obtido da aplicação do TLX em situação hipotética de um voo de Adaptação e Readaptação Diurna (Taxa Global =9,66) .....	p. 120

Figura 16:	Gráfico do TLX, do sujeito P 13, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Adaptação e Readaptação Diurna (Taxa Global =16,66) .....	p. 120
Figura 17:	Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Navegação tranquilo, na condição de Piloto da aeronave (Taxa Global =5,73) .....	p. 122
Figura 18:	Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Navegação com panes e meteorologia desfavorável, na condição de Piloto da aeronave (Taxa Global =11,4) .....	p. 123
Figura 19:	Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Navegação tranquilo, na condição de Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =12,66) ....	p. 124
Figura 20:	Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Navegação tranquilo, na condição intercalada de Piloto e Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =7,73) .....	p. 125
Figura 21:	Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um vôo de Navegação com panes, tráfego aéreo e meteorologia desfavorável, na condição intercalada de Piloto e Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =10,61) .....	p. 121

## Lista de Quadros

Quadro 1:	Conceitos de cargas de trabalho, segundo seus respectivos autores .....	p. 021
Quadro 2:	Ficha Técnica do P-95B .....	p. 083
Quadro 3:	Carga de trabalho global verificada no piloto (P 13) que efetuou um voo de Adaptação e Readaptação Diurna (n=1) .....	p. 101
Quadro 4:	A carga de trabalho global verificada no piloto (P 7) que efetuou um voo de Instrumento Avançado (n=1) .....	p. 102
Quadro 5:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram outros tipos de vôos não específicos (n=1) .....	p. 112
Quadro 6:	Apresentação do produto dos pesos e taxas, das respectivas demandas .....	p. 113
Quadro 7:	Comparativo da carga global encontrada num mesmo sujeito em situação hipotética e em situação real de voo de Adaptação e Readaptação Diurna (n=1) .....	p. 117
Quadro 8:	Distribuição da frequência da realização de missões dos Sujeitos que realizaram mais de 3 missões, pelas respectivas funções executadas na cabine de comando (n=4) .....	p. 121

## Lista de Tabelas

Tabela 1:	Distribuição das cargas de trabalho globais, pelos sujeitos, verificadas na aplicação em situação hipotética de um voo de Adaptação e Readaptação Diurna (n=15) .....	p. 098
Tabela 2:	Distribuição da frequência e percentual de voos efetuados por seu respectivo tipo .....	p. 100
Tabela 3:	Distribuição da frequência e percentual dos sujeitos pelos tipos de voos efetuados e as funções desempenhadas na cabine de comando .....	p. 100
Tabela 4:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram voos de Navegação (n=3) .....	p. 103
Tabela 5:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram voos de Navegação (n =4) .....	p. 103
Tabela 6:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos sujeitos que efetuaram as funções de piloto e co-piloto num mesmo voo de Navegação (n =3) .....	p. 104
Tabela 7:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram voos de Busca e Salvamento (n=2) .....	p. 107
Tabela 8:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram voos de Busca e Salvamento (n=5) .....	p. 107
Tabela 9:	Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram voos de Controle Aéreo (n=5) .....	p. 109
Tabela 10:	Cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram voos de Controle Aéreo (n =6) .....	p. 110
Tabela 11:	Apresentação individual das taxas das demandas, das respectivas figuras, com suas médias e desvios padrões .....	p. 113
Tabela 12:	Apresentação individual dos pesos das demandas, das respectivas figuras, com suas médias e desvios padrões .....	p. 113
Tabela 13:	Cruzamento das médias das cargas de trabalho globais nas funções de cabine de comando, pelos respectivos tipos de voos efetuados (n=6) .....	p. 114
Tabela 14:	Cruzamento das médias das cargas de trabalho globais, nas funções de Piloto e Co-Piloto, pelos respectivos voos efetuados (n=3) .....	p. 115
Tabela 15:	Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos respectivos voos efetuados, com o sujeito desempenhando o papel de piloto da aeronave (n=7) .....	p. 116
Tabela 16:	Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos respectivos voos efetuados, com o sujeito desempenhando o papel de co-piloto da aeronave (n=9) .....	p. 116
Tabela 17:	Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos	

respectivos vôos efetuados, com a comparação das médias observadas com o sujeito desempenhando os papéis de piloto e co-piloto da aeronave (n=3) .....	p. 117
Tabela 18: Comparativo das taxas globais de carga de trabalho encontradas no Sujeito P 6, após a realização de cinco vôos de Navegação, nas condições de Piloto, Co-Piloto e Piloto e Co-Piloto intercalados em vôos que tiveram ou não intercorrências técnicas, de tráfego aéreo e meteorológicas (n=1) .....	p. 127
Tabela 19: Comparativo das taxas globais de carga de trabalho encontradas em 4 situações de vôo (P 1: Controle Aéreo, P 6: Navegação, P 10: Navegação), nas condições de Piloto, Co-Piloto e Piloto e Co-Piloto intercalados em vôos que tiveram ou não intercorrências técnicas, de tráfego aéreo e/ou meteorológicas (n=1) .....	p. 127

## Resumo

BAUMER, Michel Henrique. **Avaliação das cargas mentais de trabalho em pilotos da aviação militar**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC.

Esta pesquisa de cunho quantitativo, apresenta a utilização de um método de mensuração e avaliação das cargas mentais de trabalho, conhecido como NASA-TLX, em pilotos da aviação militar do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL (Base Aérea de Florianópolis). Objetivou-se realizar a aplicação do instrumento em campo, realizando-se posteriormente a avaliação dos resultados, por meio de comparações referenciais. Estudos semelhantes a esse já foram realizados em países como EUA e Inglaterra. Foi realizada uma busca e revisão dos conceitos relacionados as cargas mentais de trabalho, seus métodos de mensuração e avaliação, e por fim, uma síntese do que vem a ser o NASA-TLX, seu histórico e suas características operacionais. Em campo, foi aplicado uma versão traduzida para o Português do NASA-TLX, em 15 pilotos da aviação militar, logo após o término de 31 vôos rotineiros do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, que ocorreram no período de 23 de abril a 13 de outubro de 2002. A partir dos resultados obtidos, verificamos as cargas mentais de trabalho inseridas em diversos tipos de vôos e situações operacionais existentes no 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL. O instrumento apresentou uma significativa eficácia em termos de avaliação e mensuração das cargas mentais de trabalho, uma vez que apresentou resultados compatíveis aos investigados a partir de relatos colhidos no 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL concernentes aos tipos de vôos e a situações operacionais particulares, como condições de tráfego aéreo, meteorologia e problemas técnicos na aeronave.

**Palavras Chave:** Ergonomia; Carga mental de trabalho; NASA-TLX; Aviação.

## Abstract

BAUMER, Michel Henrique. **Avaliação das cargas mentais de trabalho em pilotos da aviação militar**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC.

This research, show us the use of a mental workload evaluation method, known as NASA-TLX, in pilots of the military aviation of the 2nd Squadron of the 7th Group of Aviation of BAFL (air base of Florianópolis). It was Aimed at to evaluate the effectiveness of the instrument in field, for so much, the obtained results were compared to data referenciais. Studies similar to that were already accomplished at countries as USA and England. It was accomplished a search and revision of the related concepts the mental loads of work, their mensuração methods and evaluation, and finally, a synthesis of what comes to be it NASA-TLX, his/her report and their operational characteristics. In field, a version was applied translated for the Portuguese of the NASA-TLX, in 15 pilots of the military aviation, soon after I finish him/it of 31 routine flights of the 2nd Squadron of the 7th Group of Aviation of BAFL, that happened in the period of April 23 on October 13, 2002. Through the obtained results, we verified the mental workloads inserted in several types of flights, and existent operational situations in the 2nd Squadron of the 7th Group of Aviation of BAFL. The instrument presented a significant effectiveness in evaluation terms and measure of the mental workloads, once it presented compatible results to the investigated starting from reports picked in the 2nd Squadron of the 7th Group of Aviation of concerning BAFL to the types of flights and private operational situations, as air traffic conditions, meteorology and technical problems in the aircraft.

**Key Words:** Ergonomics; Mental Workload; NASA-TLX; Aviation.

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

O conceito de carga mental do trabalho é um produto conceitual originado da noção de carga de trabalho, entendida genericamente como um campo de interação entre as exigências da tarefa e a capacidade de realização humana. Oriundo da Psicologia do Trabalho, conforme aponta Leplat e Cuny (1983), seu conceito é retomado pela ergonomia francesa e pelo *Human Factors* norte americano e difundido no campo da Psicopatologia do Trabalho e da Saúde do Trabalhador.

Welford (1977), comenta que é muito mais fácil definir-se o conceito fundamental de carga mental de trabalho através de uma analogia com a carga de trabalho observada nos esforços musculares; para tanto, Welford cita dois exemplos: No primeiro, o sujeito faz uma força máxima instantânea sobre uma carga pré-estabelecida, no segundo, verifica-se a quantidade de trabalho executada em um período, determinando assim as taxas de carga de trabalho muscular nos dois casos, as cargas dependem da interação das exigências das taxas e da capacidade do sujeito. A performance do sujeito é limitada pelas exigências da taxa, ou o operador vence as taxas ou as taxas são maiores que a capacidade do operador, a carga mental de trabalho funciona de modo análogo.

De acordo com Leplat (1977), é essencial distinguirmos que a carga mental é uma característica da taxa per si, das obrigações e constrangimentos impostos



ao trabalhador. A carga mental vem como consequência do fato, do trabalhador executar a tarefa em si, levantando toda uma questão de ambigüidade.

Dejours, Abdouche & Jayet (1994), afirmam que os problemas relativos a carga mental de trabalho nascem das relações conflituosas entre a história do indivíduo e a história da organização (a pessoa e sua necessidade de "prazer" e, por outro lado, a organização que tende à instituição de um automatismo perfeito a adaptar o trabalhador a tarefa que este executa).

Os componentes físicos da carga de trabalho são relativamente fáceis de serem conceituados, mensurados e avaliados. Por outro lado, os componentes da carga mental de trabalho são muito mais complexos para serem conceituados, mensurados e posteriormente avaliados, tal fato acaba determinando a razão pela qual os processos de seleção de pessoal priorizam as avaliações voltadas para o campo físico, fisiológico e não para o campo psíquico (Manual do TLX, 1987). As atividades psíquicas, quando avaliadas, tendem a ser enfatizadas pelas características de personalidade dos indivíduos, nem sempre confrontados com a atividade real de trabalho.

De acordo com Besco (1999), o desenvolvimento de um método quantitativo para a avaliação das cargas mentais de trabalho é muito importante para a redução dos índices de erros e acidentes em sistemas operacionais complexos de trabalho. Infelizmente o caráter dramático dos acidentes torna seu estudo ao mesmo tempo socialmente desejável e tecnicamente difícil. Tais

métodos de acesso à carga mental de trabalho já vêm sendo propostos e estudados há alguns anos em países como EUA, França e Inglaterra.

Essa avaliação das cargas mentais de trabalho pode ser obtida por intermédio de um instrumento de medida de cargas de trabalho chamado: “NASA TLX (Task Load Index)”, utilizado com sucesso nos EUA em pilotos da NASA/USAF, desenvolvido pelo “NASA Ames Research” e recentemente adquirido pelo PSITRAB (Laboratório de Psicologia do Trabalho e Ergonomia da UFSC).

## **1.1 O contexto de pesquisa e o problema**

De acordo com Wisner (1987), podemos definir ergonomia como o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos, que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia.

Para Wisner (1987), a prática ergonômica é uma arte que utiliza técnicas e se baseia em conhecimentos científicos, e que por fim são caracterizados na prática por uma metodologia. Baseia-se essencialmente em conhecimentos antropocêntricos, porém constitui uma parte importante na arte das ciências tecnocentristas, à medida que seu resultado se traduz no dispositivo técnico.

A ergonomia apresenta uma íntima relação com a aviação desde o período das duas Grandes Guerras. De acordo com Santos (2001), o apogeu dessa união

aconteceu durante a Segunda Grande Guerra, com os trabalhos realizados no desenvolvimento dos B 17G e B 24G, as famosas “Fortalezas Voadoras”, tais aeronaves despendiam um grande tempo para sua produção e um elevado custo de construção.

Segundo Wisner (1987), dentro da Ergonomia, encontramos dois campos principais de atuação: a ergonomia de produto e a ergonomia de produção. Dentro da ergonomia de produção, encontramos a ergonomia militar e cosmonáutica, que levanta problemas muito particulares devido à predominância de critérios próprios da guerra, isto é, situações de combate em que freqüentemente é necessário agir num intervalo de tempo muito curto, em que se coloca em jogo a própria vida e a de seus adversários. Esses programas de ergonomia militar recebem muitos investimentos em países como os EUA, Inglaterra, França, dentre outras potências do eixo do G8 (grupo dos oito países mais desenvolvidos economicamente no mundo atual). A sua origem data de meados da Segunda Grande Guerra, onde as matérias primas, meios de produção e recursos humanos encontravam-se nos seus limites, sendo assim, o lado que gerenciasse melhor os seus recursos, fatalmente seria o vencedor.

Segundo Santos (2001), durante a II Guerra, verificou-se que algumas aeronaves (dentre elas as fortalezas voadoras) eram perdidas antes mesmo de entrarem em combate, em decorrência de erros do piloto em procedimentos de decolagem e pouso, decorrentes de problemas da *interface* piloto-aviador. Desde então, iniciaram-se os estudos ergonômicos a fim de erradicar tal problema,

desses primeiros estudos surgiram conceitos como: cabine de comando com Piloto e Co-Piloto, unificação de unidades de medida e separação de mostradores (um mesmo mostrador apresentava várias unidades de medida sobrepostas e diversos marcadores num mesmo display). Tais recomendações ergonômicas foram as precursoras dos estudos ergonômicos em aviação observados atualmente.

Figura 1: Imagem do B 17G



Figura 2: Imagem do B 24G



No *cockpit* de um avião encontram-se reunidos uma gama de exigências relativas ao ambiente. O piloto dispõe de pouco espaço físico, encontra-se numa posição desconfortável, fixado a um assento rígido, sofre violentas mudanças de aceleração da gravidade, pressão, luminosidade, ruído e vibrações. O piloto tem, ainda, que preservar todas as suas faculdades psicossensoriais para observar o painel, as telas, o radar, os sinais luminosos e sonoros, somando-se ainda o constante contato que o mesmo deve ter com o controle aéreo terrestre.

De acordo com Dejours (1992), além de todos esses aspectos de ordem física, podemos mencionar inúmeras exigências de ordem exclusivamente mental, tais como: a responsabilidade de manusear uma aeronave de alto valor e, muitas vezes, associado a um grande poder de fogo destrutivo; o risco constante que envolve essa atividade; a pressão por fazer parte do seleto grupo de pilotos que atuam na Força Aérea de um país, a cobrança de seus colegas, superiores e da sociedade de um modo geral.

Todas as exigências levantadas anteriormente podem ser inseridas dentro do conceito das cargas de trabalho, tanto no campo das cargas físicas quanto das cargas mentais de trabalho.

Para Coelho e Magalhães (2001), o elevado índice de contribuição do chamado fator humano na ocorrência de acidentes aeronáuticos reflete a constatação de que o homem ocupa lugar de destaque, não apenas na operação de aeronaves, mas também na elaboração de projetos, fabricação, manutenção, gerenciamento e treinamento. O homem é indispensável mesmo nos sistemas

extremamente automatizados, nos quais exerce a função de monitoração. Portanto, é importante compreender como se expressam suas capacidades e limitações na atividade aérea para reduzir a influência do erro humano na ocorrência de acidentes. Embora seja a parte mais importante em qualquer atividade, por suas características de criatividade e adaptação a mudanças e potencial de desenvolvimento, é também a mais vulnerável a influências que podem afetar negativamente o seu comportamento, devido a limitações biológicas, psicológicas e sociais.

Por outro lado, deve-se considerar que a máquina, seu instrumento de trabalho, possui recursos e limitações. Para que ocorra um desempenho eficaz é necessário compatibilizar características, habilidades e limitações do homem com os recursos e limitações da máquina, gerando assim, um campo propício para o estudo das cargas de trabalho.

De acordo com Hart (1999), o fator humano em sistemas militares e aeroespaciais tem recebido atenção no mundo inteiro, uma vez que tem ficado evidente que as habilidades e limitações dos operadores humanos exercem um papel crítico no desempenho do sistema. Como continua a crescer a complexidade da aeronave, existe cada vez maior consenso de que os pilotos podem ser sobrecarregados em pontos críticos no voo, particularmente durante o desempenho de missões em ambientes remotos e perigosos, em que o desempenho do sistema sofrerá com isso.

Segundo Castro (1996), no que diz respeito às discussões sobre a administração de riscos em aviação, os ergonomistas afirmam que uma aeronave, suas características de voo e seus sistemas operacionais não devem aumentar o potencial normal dos riscos de acidentes. Portanto, devemos ter certeza de que os sistemas operacionais, organizacionais e as configurações de cabine apresentam o melhor modelo possível.

Nesse contexto, foi criado, dentro da NASA/USAF, um Programa de Gerenciamento da Carga de Trabalho/Comportamento Estratégico. O fundamento filosófico do programa é baseado na hipótese de que um melhor entendimento das estratégias do piloto esclarecerá o relacionamento complexo e consistente observado entre as demandas de tarefas objetivas e medidas de desempenho do sistema e carga de trabalho do piloto (Hart, 1999). Esse Programa foi criado a partir de 1989, com os estudos iniciados por Sandra G. Hart, pesquisadora do *NASA-Ames Research*, em Moffett Field, Califórnia, Estados Unidos, criadora também do método TLX (*Task Load Index*) para acesso à carga de trabalho em operadores de sistemas simples e complexos.

Para Hart (1999), tal Programa tem por objetivo desenvolver uma base de procedimentos padronizados de avaliação e certificação, ferramentas de previsão para projetistas de sistemas, e um modelo teórico melhorado da carga de trabalho que incorpora os conceitos estratégicos.

Assim, verificamos a importância da concepção e do uso de um método eficaz de mensuração das cargas mentais de trabalho, uma vez que a seleção dos

pilotos no que tange os aspectos fisiológicos é de grande rigor, rigor este que já reduziu a quase zero os acidentes por falhas de ordem fisiológica.

Ao considerar-se a problemática que tange a observação e a mensuração da carga mental na situação de trabalho dos pilotos de avião, surgem as seguintes questões de pesquisa:

- Levando-se em conta que a carga mental de trabalho é constituída de múltiplas demandas, qual delas contribui com o maior peso para o aumento ou diminuição dessa carga, na atividade dos pilotos?

Ao considerar especificamente a utilização do instrumento NASA TLX outras questões de pesquisa surgem:

- Existe uma relação clara entre os resultados do NASA TLX e as variações operacionais da situação de trabalho dos pilotos?
- Qual a relação entre o valor médio da taxa global da carga mental encontrado entre esses pilotos e os tipos de tarefas?

## **1.2 Justificativa e relevância do estudo**

A carência de estudos relacionados ao desenvolvimento e implementação de métodos fidedignos de avaliação da carga mental do trabalho no Brasil levanta a necessidade da implementação de esforços no que diz respeito ao desenvolvimento de medidas fisiológicas e psicológicas que sirvam de parâmetros de análise do complexo resultado entre as exigências do trabalho e as



capacidades humanas em respondê-las efetivamente, de acordo com os critérios de conforto, segurança e eficiência, base pela qual se estrutura a construção do conhecimento em ergonomia.

O fato das cargas de trabalho e, especialmente a carga mental, influenciarem diretamente no desempenho das tarefas e, de uma maneira geral, na frequência maior ou menor de erros e incidentes críticos, mostra a importância de promover a validação ou a calibração de instrumentos que procurem aferir as sobrecargas mentais.

Existem, contudo, diversas pesquisas sobre a construção e o desenvolvimento de medidas de cargas mentais de trabalho, através de métodos de avaliação qualitativos e quantitativos, em países como França, EUA, Suécia e Inglaterra.

Há também uma necessidade, de que seja realizada uma revisão dos conceitos internacionais associados à definição de “carga mental de trabalho”, com vistas a estabelecer um padrão de uso conceitual para a pesquisa no Brasil.

A realização de consultas à bases de dados internacionais mostrou ser o NASA-TLX, dentre os métodos quantitativos, um dos instrumentos com maior valor agregado em termos de baixo custo, fácil aplicação e capaz de responder com fidedignidade os seus resultados.

A opção por aplicá-lo em pilotos da aviação militar aqui no Brasil, surge do fato do instrumento ter sido desenvolvido junto à aviação militar dos EUA, junto a NASA e a USAF. Priorizou-se então, na medida do possível, a criação de um cenário operacional semelhante ao da sua criação e avaliação no Exterior.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral

Verificar o desempenho do instrumento NASA-TLX na mensuração de cargas mentais de trabalho em pilotos do *2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL*.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Apresentar o tipo de voo realizado pelo *2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL* que apresenta a maior taxa global de carga mental de trabalho;
- Apresentar a função de cabine de comando que apresenta a maior taxa global de carga mental de trabalho;
- Apresentar o valor médio da taxa global de carga mental de trabalho observada entre os sujeitos do *2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL*;
- Comparar à aplicação do NASA-TLX, após a realização da tarefa com a sua realização hipotética, sem a pré realização da tarefa;
- Apresentar qual dos dois métodos de aplicação é mais eficiente.

## 1.4 Limitações do estudo

Durante a realização do presente estudo foram observadas algumas limitações, a principal diz respeito aos cortes orçamentários realizados nas Forças Armadas Brasileiras durante o vigente ano, restringindo o número vôos efetuados pelo *2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL*, diminuindo assim o material de análise do presente estudo.

Outra limitação verificada disse respeito a escassa literatura referente à aviação, as cargas de trabalho e aos seus métodos de mensuração, tornando complexa a realização do presente estudo, pelo pequeno referencial disponível.

A impossibilidade de usarmos algum estudo internacional com valores de referência, uma vez que a situação operacional observada nesses estudos foi impraticável aqui no Brasil, haja vista, os tipos de aeronave utilizados e as limitações econômicas já mencionadas.

E, por fim, as funções altamente complexas executadas na tarefa em questão e os curtos espaços de tempo disponíveis para a análise da atividade real, de certa forma restringiram os resultados observados nesse trabalho.

## CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Os diversos conceitos de carga

Sabendo-se que tal estudo aborda o a “Avaliação da Carga Mental de Trabalho em Pilotos da Aviação Militar”, necessitamos primeiramente retomar alguns conceitos do que vem a ser “Carga”, “Carga de Trabalho” e “Carga Mental de Trabalho”.

De acordo com Baumer, Cruz & Moro (2002), os dicionários da língua portuguesa apresentam diferentes significados para a palavra carga. Usualmente, carga traduz os sentidos de: a) *peso*: aquilo que é ou pode ser transportado por homem, animais ou outros meios de transporte; b) *obrigação*: aumento de responsabilidade, encargos, ônus; c) *força*: ataque, investida; d) *pressão*: moral, insistência; e) *afeto*: susceptibilidade psicológica, reações de afeto intensas; f) *medida elétrica*: a quantidade de eletricidade contida em um corpo ou em uma região do espaço devido a presença de elétrons ou íons.

Segundo Baumer, Cruz & Moro (2002), no universo da Física, encontramos diversas interpretações e utilizações do conceito de carga. Na Mecânica Newtoniana Clássica, existe a idéia de que a força é uma grandeza vetorial. Via de regra esta força age sobre um corpo, movendo-o. Esse corpo representaria, então, uma carga. Desse sistema força e corpo derivam diversas outras noções, como as de tensão, trabalho, energia, quantidade de movimento, dentre outras.

Para esses autores, no Eletromagnetismo temos uma utilização, ainda mais precisa, do conceito de carga. A clássica experiência de esfregar um pedaço de seda em um bastão de vidro mostra a existência das chamadas cargas elétricas. Ao aproximarmos o bastão de pedacinhos de papel verificamos que ele os atrai. Ao aproximarmos o bastão de um segundo bastão, também atritado na seda, observamos que os dois se repelem. Isso pode ser sintetizado dizendo que cargas iguais se repelem e cargas diferentes se atraem (campo magnético). Em 1785, Charles Augustin de Coulomb, mediu o valor das forças elétricas de atração e repulsão, obtendo também a lei que as descreve.

Conforme comentam Baumer, Cruz & Moro (2002), quando uma grandeza física, como é o caso da carga, existe em “porções” discretas em vez de variar continuamente, dizemos que ela é quantizada. Outro ponto importante a respeito das cargas é que a carga é conservada. Na época de Franklin, a carga era considerada como um fluido contínuo, uma idéia que foi útil para muitas aplicações. A teoria atômica da matéria, entretanto, mostrou que mesmo os fluidos como a água e o ar, não são contínuos, mas, sim, formados de átomos. A experiência mostra que o “fluido elétrico” também não é contínuo, mas constituído de um múltiplo inteiro de uma certa quantidade mínima de carga elétrica.

Quando um bastão de vidro é esfregado com um pedaço de seda, uma carga positiva aparece no bastão, criando um campo elétrico. Medidas realizadas mostram também que uma quantidade igual de carga negativa aparece no pedaço de seda. Isto sugere a idéia de que o processo de atrito não cria cargas, mas apenas as transfere de um objeto para outro, perturbando ligeiramente o estado

eletricamente neutro de cada um. Esta hipótese da conservação da carga tem sido confirmada por experiências muito precisas, tanto nos fenômenos macroscópicos quanto no domínio da Física Atômica e Nuclear, sem que tivesse sido achada até o presente momento qualquer exceção (Baumer, Cruz & Moro, 2002).

## **2.2 O conceito de Carga de Trabalho em Psicologia do Trabalho e em Ergonomia**

Segundo Leplat (1983), o conceito de carga de trabalho surgiu originalmente dos estudos de Psicologia do Trabalho, foi retomado e desenvolvido pela ergonomia francesa de acordo com Sperandio (1988). O termo carga de trabalho representa, de certa maneira, uma evolução de dois outros termos "fatores nocivos" e "fatores de risco", utilizados por Oddone (1986), para designar os riscos ocupacionais aos quais estão expostos os trabalhadores, capazes de produzir complicações a saúde.

Para Facchini, Weiderpass & Tomasi (1991) e Laurell & Noriega (1989), as cargas de trabalho estão relacionadas entre as categorias definidas para estudar e avaliar o impacto produzido pelos processos de trabalho – tanto do objeto e da tecnologia, como de sua organização e divisão – sobre a saúde física e mental dos trabalhadores.

De acordo com Sperandio (1988), este termo possui conceitos variados e muitas vezes até ambíguos, uma gama extremamente variada de atividades tem

interesse neste conceito, o mesmo põem em jogo processos mentais e físicos, dependendo somente da atividade para sabermos qual desses processos predomina, porém, muitas vezes, até esta distinção é difícil de ser executada. De um modo genérico, Carga de Trabalho é definida como sendo o nível de atividade necessário para um trabalhador executar bem as suas tarefas, e é calculada de acordo com certos critérios. A ambigüidade das noções de carga de trabalho estão reduzidas ao uso de dois aspectos diferentes: a pessoa falará do nível de exigência que a tarefa implica no seu trabalho, e ainda, do nível da carga de trabalho necessária para que esse indivíduo complete a sua tarefa.

Segundo Leplat (1983, p. 180), “a noção de carga de trabalho será, pois, sempre relativa à interação entre o um sujeito e as exigências de determinado meio”. Para Laurrel e Noriega (1989, p.110), “o conceito de carga de trabalho possibilita uma análise do processo de trabalho de que extrai e sintetiza os elementos que determinam de modo importante o nexos biopsíquico da coletividade operária e conferem a esta um modo específico de ser”. Esses dois conceitos ressaltam a importância da avaliação da carga de trabalho, no sentido de compreender os impactos das exigências do trabalho e a efetiva resposta do trabalhador.

Wisner (1987) argumenta que toda a atividade, inclusive o trabalho, tem pelo menos três aspectos: físico (fisiológico e ambiental), cognitivo (perceptivo) e psíquico (significado do sofrimento atribuído). Eles estão inter-relacionados e, em cada um deles, pode-se determinar uma sobrecarga e uma subcarga. Efetivamente, Alain Wisner sintetiza a experiência de psicólogos e ergonomistas

da segunda metade do século XX, ao começar a diferenciar os aspectos físicos e mentais da carga de trabalho. Seligmann-Silva (1994, p.58) segue esta tendência e define: “carga de trabalho representa o conjunto de esforços desenvolvidos para atender as exigências das tarefas. Esse conceito abrange os esforços físicos, os cognitivos e os psicoafetivos (emocionais)”.

Para Greco et al (1996, p.61), “as cargas de trabalho são definidas como exigências ou demandas psicobiológicas do processo de trabalho, gerando, ao longo do tempo, as particularidades do desgaste do trabalhador (...) mediações entre o processo de trabalho e o desgaste psicobiológico”. A partir desse conceito, os autores buscam associar, de maneira clara, o conceito de carga de trabalho com o desgaste psicobiológico produzido na situação de trabalho.

De acordo com Wisner (1987), a carga de trabalho representa o conjunto de esforços desenvolvidos para atender as exigências das tarefas e as condições de trabalho impostas pela organização do trabalho. Esse conceito é de grande importância para a *análise psicológica do trabalho*, uma vez que determina a intensidade através do qual é possível avaliar os resultados da interação entre o desempenho do sujeito em relação às características do seu ambiente de trabalho, (Leplat & Cuny, 1983).

Para Bainbridge (1977), a carga de trabalho é inversamente proporcional a experiência do operador, quanto mais inexperiente for o operador, maior será a carga de trabalho oriunda da interação tarefa operador. Dessa maneira, é fundamental uma boa aprendizagem dos processos operatórios envolvidos na



execução da tarefa, uma vez que o nível da carga de trabalho apresentar-se-á mais adequado a tarefa.

Bainbridge (1977), afirma que essa carga também tem uma dependência direta relacionada as condições gerais do operador durante a execução das tarefas, sejam essas condições físicas ou mentais. Modificações no comportamento do operador alteram o fator carga de trabalho, mesmo que as exigências da tarefa permaneçam as mesmas.

Leplat (1977), em outro de seus trabalhos dedicado ao estudo das cargas de trabalho, afirma que existem alguns fatores determinantes para as cargas de trabalho, são eles: I. Os fatores resultantes das exigências da taxa; II. Os fatores Anatomo-Fisiológicos; III. Os fatores de origem Psíquica; IV. Os fatores Psicológicos propriamente ditos, e por fim, V. Os fatores Sociais. Qualquer um desses fatores contribuí de maneira primordial para o acréscimo ou decréscimo das cargas de trabalho observadas em uma dada tarefa.

Verificamos porém, que a maioria dos estudos efetuados no campo das cargas de trabalho tem se voltado basicamente para os aspectos físicos das cargas de trabalho, especialmente no campo da ergonomia física, deixando os aspectos mentais da carga de trabalho em um segundo plano. Porém, nos últimos anos, tem havido um incremento de pesquisas nas ciências cognitivas direcionadas ao aperfeiçoamento de métodos subjetivos de análise dos fatores de regulação das condutas de trabalho e as suas respectivas cargas mentais.

Os fatores que influenciam as experiências com a carga de trabalho emergem da própria realização das tarefas: o que o sujeito sente com relação ao

seu desempenho, quanto esforço foi colocado nessa tarefa, os sentimentos de estresse e frustração experimentados, dentre outros. Contudo, a carga de trabalho possui elementos de diferentes tarefas, podendo variar de acordo com cada exigência.

Para Cruz (2001) e Lemos (2001), os estudos realizados nos campos da Psicologia do Trabalho e da Ergonomia, ao confirmarem a existência das cargas de trabalho, destacam a importância de sua caracterização e dimensionamento, tendo em vista a sua íntima relação com o processo de produção e organização do trabalho e com as diferentes formas de adoecimento físico e psíquico.

Sperandio (1988) afirma que são necessários maiores estudos no campo das cargas de trabalho, visto que elas constituem um problema prático que vem exigindo respostas rápidas. Métodos de mensuração são necessários para se determinar uma taxa ideal para esta carga de trabalho de modo que possamos prevenir o surgimento da fadiga, a diminuição do desempenho, o aumento do risco de acidentes e erros com consequências graves. Cita os estudos de estudos de O'Donnell & Eggemeier, realizados em 1986, que comprovam a existência de alterações no desempenho da tarefa de acordo com o nível de carga imposto pela mesma.

Quando nos referimos ao conceito de carga de trabalho, estamos definindo-o conforme Leplat e Cuny (1983), Laurel e Noriega (1989) e Wisner (1987), uma relação ou uma diferença entre as exigências de desempenho e as condições de realização do trabalho. Para Seligmann-Silva (1994), a carga de trabalho representa o conjunto de esforços desenvolvidos para atender às exigências das

tarefas. Abrangendo os esforços físicos, os cognitivos e os psicoafetivos. Estes esforços podem ser mais bem definidos como demandas da tarefa. Segundo Sperandio (1988, p. 37), carga de trabalho é “uma medida quantitativa ou qualitativa do nível de atividade (mental, sensitivo-motora, fisiológica, etc.) do operador, necessária à realização de um dado trabalho”, podendo variar de trabalhador para trabalhador dentro de uma mesma função, dependendo de vários fatores, tais como: idade, sexo, vivência, personalidade etc.

Para os ergonomistas, a carga de trabalho representa o esforço físico necessário para a realização da atividade laboral, e pode ser medida pelo gasto calórico/energético, pela frequência cardíaca ou por eletromiografia, Grandjean, (1998). Por outro lado, os psicólogos do trabalho as conceituam como mediações entre o processo de trabalho e o desgaste psicobiológico (Leplat e Cuny, 1983; Greco, Oliveira e Gomes, 1996).

Para Cruz (2001) & Lemos (2001), os conceitos de carga de trabalho ainda são marcados pela ambigüidade, imprecisão e controvérsia. Porém, existe um consenso de que a carga de trabalho vem a ser definida como um esforço necessário para responder a resultantes da taxa, das exigências temporais, da rigidez e do conteúdo das tarefas.

A carga de trabalho e a sua mensuração são estudadas nos campos da Fisiologia e Psicologia. Embora usado com frequência nos campos da psicologia do trabalho e na ergonomia, o termo “carga de trabalho” está muito longe de ser conhecido precisamente, tal terminologia ainda carece de estudos aprofundados a fim de apresentar uma definição mais clara e objetiva. O Quadro 1 mostra as

definições de carga de trabalho entre os principais autores da Ergonomia e da Psicologia do Trabalho:

Quadro 1: Conceitos de cargas de trabalho, segundo seus respectivos autores

<b>Conceito</b>	<b>Autor(es)</b>
“A noção de carga de trabalho será, pois, sempre relativa à interação entre um sujeito e as exigências de determinado meio”.	Leplat e Cuny, 1983, p. 180
“O conceito de carga de trabalho possibilita uma análise do processo de trabalho que extrai e sintetiza os elementos que determinam de modo importante o nexos biopsíquico da coletividade operária e confere a esta um modo histórico específico de ‘andar a vida’”.	Laurell e Noriega, 1989, p. 110
“Toda a atividade, inclusive o trabalho, têm pelo menos três aspectos: físico, cognitivo e psíquico. Cada um deles pode determinar uma sobrecarga. Eles estão inter-relacionados e são bastante freqüentes, embora isso não seja necessário, que uma forte sobrecarga de um dos aspectos seja acompanhada de uma carga bastante alta nos dois outros domínios”.	Wisner, 1997, p. 13
“Carga de trabalho representa o conjunto de esforços desenvolvidos para atender às exigências das tarefas. Esse conceito abrange os esforços físicos, os cognitivos e os psicoafetivos (emocionais).”	Seligmann-Silva, 1994, p. 58
“As cargas de trabalho são definidas como exigências ou demandas psicobiológicas do processo de trabalho, gerando ao longo do tempo as particularidades do desgaste do trabalhador.	Greco, Oliveira e Gomes, 1996, p. 61
“A partir de Laville, Kalsbeek e Leplat, pode-se afirmar que carga de trabalho é a relação entre constrangimentos impostos pela tarefa, pela interface, pelos instrumentos e pelo ambiente (carga funcional), em conjugação com as atividades desempenhadas e a capacidade de trabalho do operador”.	Moura, 1998, p. 80

Fonte: Cruz (2001) e Lemos (2001).

## 2.3 O Conceito de Carga Mental do Trabalho

O conceito de carga mental de trabalho foi desenvolvido pelo tradicional “Human Factors” americano, no final dos anos 70 e início da década de 80. De acordo com Waard (1996), nesse período, tarefas com alto grau de complexidade, como as executadas pelos controladores de tráfego aéreo, chamaram a atenção da comunidade científica para a questão da carga mental de trabalho. Desde então iniciaram-se as questões: Quão ocupado está o operador? Quantas tarefas esse operador pode executar com segurança? Quanto o operador tem que se esforçar para atingir um determinado nível de *performance*? Muitos erros e acidentes podem ser evitados a partir das questões respondidas através do conhecimento, mensuração e avaliação da carga mental de trabalho.

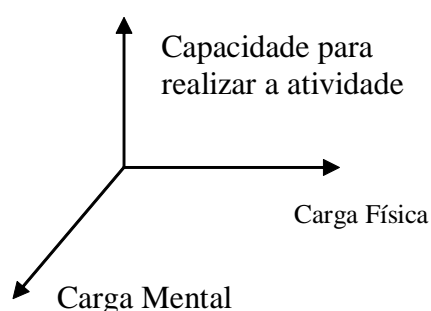
De acordo com Waard (1996), a definição mais simplista para carga mental de trabalho, é aquela que afirma que é uma demanda imposta aos operadores exclusivamente oriunda de uma fonte externa. Porém, uma melhor definição, é aquela que não responsabiliza apenas a tarefa (origem externa da carga) como fonte potencial para essa carga, mas também coloca o indivíduo (origem intrínseca da carga) como fonte da carga, ou seja, a carga não é única e exclusivamente determinada pela tarefa, a carga depende de fatores pessoais de cada indivíduo.

O foco central foi desenvolver um método válido e simples de se medir a condição cognitiva de desempenho na interface homem-máquina. Isso traria

contribuições significativas para o desenvolvimento de sistemas tecnológicos mais seguros, confiáveis e otimizados. Exemplo disso foram os estudos sistemáticos realizados para a aeronáutica e a indústria aeroespacial.

Podemos dividir as cargas de trabalho em cargas físicas, cognitivas e psíquicas, conforme Wisner (1987) e Laurell & Noriega (1989). Facchini et al, (1991) e Greco et al (1996) conceituam, ainda, além das cargas acima citadas, as cargas químicas, fisiológicas, mecânicas e biológicas. Podemos dizer, então, que as cargas têm um componente externo, relacionados às condições do meio em que o trabalhador convive, e um componente interno, relacionado às vivências e tensões relativas às organizações do trabalho. Porém, o componente físico da carga é muito mais conhecido e mensurado do que os componentes mentais, que abrangem os componentes cognitivos e psíquicos.

Uma carga de trabalho possui basicamente três dimensões: física, mental e a capacidade do indivíduo para lidar com essas cargas na atividade (estratégias cognitivas). Podemos representar as três dimensões da carga por meio de um sistema de eixos tridimensional.



A carga mental diz respeito, genericamente, às alterações perceptivas e as características do funcionamento cognitivo (percepção, atenção, concentração, memorização). Estudos realizados por Lê Guillant (1956), já demonstravam a importância das exigências cognitivas no trabalho das telefonistas e a notável uniformidade de suas respostas às exigências do trabalho, demonstrando assim aspectos relacionados a carga mental de trabalho. Esse trabalho de Lê Guillant, levantou o termo “neurose das telefonistas” que consistia em zumbidos, assobios, cefaléias e pensamentos obsessivos relativos ao trabalho, fragmentos de fraseologia e alterações generalizadas no sono e humor. Essas alterações apareciam não somente durante os períodos de trabalho, mas também durante os períodos de repouso e férias.

Esse tipo de comportamento observado no estudo de Lê Guillant, mostra a teoria da “contaminação do tempo fora do trabalho” de Dejours (1987, pg. 46) que comenta que uma vez que o trabalhador se encontra despersonalizado no trabalho, ele permanecerá despersonalizado em sua casa.

As cargas psíquicas referem-se à vivência de tensões relativas à capacidade de atender às exigências e pressões da atividade de trabalho. Do ponto de vista conceitual, a noção de carga psíquica encontra especificidade operacional entre os vários autores da Psicologia do Trabalho, da Ergonomia e aqueles que atuam no campo saúde e trabalho, devido ao grau de complexidade teórica que lhe é atribuído.

Segundo Facchini (1994) e Greco (1986), as cargas psíquicas são derivadas principalmente dos aspectos que são fonte de estresse no processo de

trabalho: tempo e jornada de trabalho, frequência de situações de emergência, incrementos de responsabilidades na resolução dessas situações, graus de concentração, pressão temporal e de produtividade, mudanças inesperadas, conflitos e comportamentos competitivos, baixo grau de autonomia e envolvimento, monotonia e a repetitividade das tarefas.

Laurell e Noriega (1989) consideram que os efeitos psíquicos das cargas possuem as mesmas características das cargas fisiológicas, dado que adquirem materialidade através da corporeidade humana. As cargas denominadas psíquicas, pensadas, sobretudo, em função de suas manifestações somáticas e não tanto psicodinâmicas, podem provisoriamente ser agrupadas em dois grandes grupos: um, que abrange tudo aquilo que provoca uma sobrecarga psíquica, ou seja, situações de tensão prolongada e outro, que se refere a sub-carga psíquica, ou seja, a impossibilidade de desenvolver e fazer uso da capacidade psíquica. Exemplos das primeiras características do processo de trabalho podem ser a atenção permanente, a supervisão com pressão, a consciência da periculosidade do trabalho, os altos ritmos de trabalho, etc. Pertence ao segundo grupo de questões a perda do controle sobre o trabalho ao estar o trabalhador subordinado ao movimento da máquina; a desqualificação do trabalho, resultado da separação entre a sua concepção e execução; a parcialização do trabalho, que redundava em monotonia e repetitividade etc.

De acordo com Moray (1986), pode-se afirmar que a carga mental experimentada por um operador é uma função muito complexa e própria dele



operador e de sua tarefa. Existem características da tarefa, do esforço investido, da motivação, e outros fatores idiossincráticos.

### 2.3.1 A importância do conceito de carga mental do trabalho

Um dos motivos para o aumento do interesse por aspectos relacionados à carga mental de trabalho é o crescimento da automação e a crescente ambigüidade operacional em sistemas altamente automatizados levando o trabalhador a um quadro de ambigüidade operacional jamais observado até então.

Um exemplo claro dessa situação é dado por Wickens (1992), onde ele descreve a controvérsia entre a indústria aeronáutica e as associações de pilotos. A indústria aeronáutica utiliza um modelo de concepção de cabine de comando que utiliza dois operadores, e as associações de pilotos clamam por uma aeronave que comporte três membros ativos na cabine de comando, questões como essa levantaram a importância dos conceitos e métodos de avaliação relativos a carga mental de trabalho. Assim poderia-se levantar qual dos dois lados estaria com a razão.

A maioria dos estudos concernentes a esse assunto são realizados por psicólogos do trabalho e ergonomistas, e concentram-se hoje nas áreas de aviação, trânsito e sistemas computadorizados de interação. Apesar do incremento produtivo e de uma relativa melhoria das condições físicas de trabalho, não há estudos hoje que comprovem a redução nos níveis de carga mental de

trabalho, nas diferentes atividades. Os trabalhadores que operam em níveis inadequados de carga possuem uma tendência a cometerem erros e se acidentarem. Sabe-se também, que a exposição prolongada à sobrecarga mental induz à níveis de estresse prejudiciais à saúde. Ainda que não existissem os erros operacionais, os efeitos do estresse seriam óbvios. Seria razoável supor uma melhoria da produtividade nas operações em que a carga de trabalho fosse otimizada.

Para Moray (1988), quatro trabalhos podem ser considerados os primeiros estudos significativos sobre medidas de cargas mentais de trabalho. Esses estudos foram os de Wierwille, Rahimi & Casali, (1985); Wierwille & Connor, (1983); Casali & Wierwille, (1983 e 1984) e Wierwille & Casali (1983). Os quatro estudos foram realizados em simuladores de voo e realizados com procedimentos semelhantes. Três dos estudos foram comparadas brevemente por O'Donnell e Eggemeier (1986). Em cada estudo foram avaliados entre 14 e 20 medidas de carga de trabalho mental identificando a sua sensibilidade em três níveis de carga de trabalho (baixo, médio, alto). No total foram avaliadas 22 medidas. As tarefas primárias nos quatro estudos foram:

- Tarefa psicomotora: voo manual da aeronave (Wierwille & Connor, 1983);
- Tarefa de comunicação: diálogo vocal com controladores de tráfego aéreo (Wierwille, Rahimi & Casali, 1985);

- Uma tarefa de percepção: monitoramento visual de *displays* (Casali e Wierwille, 1983);
- Uma tarefa de processamento central: cálculo de resistência cumulativo. (Wierwille et al, 1985).

Os resultados desses quatro estudos foram desanimadores no sentido de que, a melhor correlação entre variáveis em cada estudo foi de 5% e, entre os estudos, esse valor foi ainda menor. Moray (1988) propôs, então, a divisão da carga mental em classes de carga mental. Assim foram criadas quatro classes de carga: analítica, subjetiva, fisiológica e comportamental. Cada uma dessas classes possui modelos distintos de mensuração e avaliação. Para cada incremento na dificuldade da tarefa, verificava-se o comportamento de cada classe de carga. Mesmo com a formulação das classes, o problema de validade interclasses e intraclasses permaneceu. De fato existe uma impossibilidade em explicar um fenômeno estudando-se apenas os efeitos nas classes deste fenômeno.

Na verdade, seria necessária uma teoria unificada de carga mental de trabalho que pudesse explicar todos os diferentes efeitos nas diferentes classes. Esta teoria ainda não existe. Sanders (1983) propôs o uso da Álgebra vetorial no sentido da determinação da carga mental de trabalho. Assim, cada classe de carga seria representada por um vetor, sendo a carga mental o vetor resultante entre todas as classes. Segundo Moray (1986, p.121) existem sérias dificuldades nesse caminho: “um problema de semelhante representação é a identificação de

duas dimensões, um ponto para o qual não há retorno. Outro é assumir matematicamente que todas as dimensões são equivalentes”.

De fato, já em 1977, assumia-se que o conceito de carga mental é multidimensional, dado a natureza complexa de investigação, tal como percebido por Moray (1988): “a carga mental experimentada por um operador é uma função muito complexa e própria dele operador. Existem características da tarefa, do esforço investido, da motivação, e outros fatores idiossincráticos, que acabam por caracterizá-la como multidimensional”. Desse modo, atualmente inexiste um modelo definitivo para representação da carga mental. Temos na verdade, diversos métodos para acessar a carga mental de trabalho. Esses métodos serão discutidos adiante e notaremos que eles estão intrinsecamente relacionados às classes de cargas.

### 2.3.2 A carga mental do trabalho e a ISO (International Organization for Standardization)

Os critérios para a avaliação do design de sistemas, estão geralmente relacionados à qualidade dos componentes itinerantes a algum produto ou sistema. Porém nos últimos anos, com o aumento do interesse por questões concernentes a carga mental do trabalho foram elaboradas normas ISO que padronizassem uma terminologia e metodologia relativa a carga mental de trabalho.

Verificamos duas normas **ISO** relativas a essas questões: **ISO 10.075** e **ISO 10.075-2**.<sup>1</sup> Essas duas normas **ISO** surgiram de uma subdivisão da **ISO 6.385**, que dizia respeito aos princípios ergonômicos no design de sistemas de trabalho. A **ISO 10.075** apresenta um guia básico para a elaboração de sistemas de trabalho relacionados a carga mental de trabalho. O padrão foi estruturado de acordo com os conceitos existentes que dizem respeito as cargas mentais de trabalho. De um modo geral, encontramos nessa norma as definições de estresse mental e esforço mental, seguido das conseqüências da não observação dos limites desse estresse e desse esforço. Por fim é apresentado um esquema que demonstra as inter-relações entre esses termos.<sup>1</sup> A **ISO 10.075-2** trás uma lista de definições de termos concernentes a carga mental de trabalho e um *check list* com os princípios de *design* que devem ser levados em consideração durante a concepção de um posto de trabalho. Essas definições e o *check list* foram elaborados por um comitê técnico internacional, conhecido como> ISO/TC 159, *Ergonomics Subcommittee SC 1, Ergonomic guiding principles*.<sup>1</sup>

## 2.4 Os modelos para a avaliação da Carga Mental

Segundo a literatura especializada, são quatro os principais métodos de medidas para a carga mental de trabalho:

---

<sup>1</sup> © ISO 1996 – International Organization for Standardization – Case postale 56 . CH – 1211 Genève 20 . Switzerland ©

- Método das tarefas primárias: relacionado diretamente com o desempenho da tarefa em si;
- Método das tarefas secundárias: visa identificar o nível da carga através do uso de duas tarefas, uma tarefa primária mais sofisticada e uma segunda tarefa menos sofisticada e com um nível de carga já conhecido;
- Método das medidas fisiológicas: mede as respostas fisiológicas relacionadas com as mudanças nos níveis das cargas mentais;
- Medidas subjetivas: buscam as respostas subjetivas para as experiências relacionadas com a carga mental de trabalho, freqüentemente administrada por meio de questionários aplicados ao final da realização da tarefa.

Ao fazermos uma comparação entre os métodos de avaliação da carga mental de trabalho percebemos que as medidas subjetivas superam em validade os outros métodos, uma vez que priorizam as experiências individuais dos sujeitos com a sua carga de trabalho, separando variações significantes na carga de trabalho mental. Realmente, as medidas subjetivas parecem capturar um aspecto válido, geral da carga mental de trabalho, embora as medidas subjetivas usadas por Wierwille, Rahimi & Casali (1985) não tenham identificado componentes particulares da carga mental de trabalho, sejam eles cognitivos ou fisiológicos.

O método das tarefas secundárias é considerado relativamente fácil de ser desenvolvido. Em contraste com as medidas subjetivas, a carga mental de trabalho pode ser medida concorrentemente com a tarefa primária. Uma

desvantagem é a intrusão potencial na sua tarefa primária. Para Jorgensen *et al* (1999), entretanto, selecionar e interpretar os resultados no método das tarefas secundárias pode ser muito difícil, uma vez que nem sempre é fácil separar os componentes das duas tarefas em uma análise final.

Em termos das medidas comportamentais, além de trabalhos relacionados à teoria das filas, temos muitas pesquisas orientadas pela teoria da informação. O principal método relacionado a essa classe de carga é o método da tarefa secundária. Basicamente, durante a execução de uma determinada tarefa, apresenta-se ao operador uma tarefa secundária. Essa tarefa secundária é de fácil execução e possui um valor de carga já conhecido. A partir da execução desta tarefa secundária faz-se uma inferência sobre a carga mental da tarefa primária, contabilizando-se os erros, o tempo de execução e as dificuldades apresentadas na tarefa secundária. Existe uma variedade de técnicas conforme o grau de dificuldade da tarefa secundária em relação à primária, conforme aponta Ogden e cols. (1979).

As medidas fisiológicas parecem ter um alto nível de potencial diagnóstico. Elas demonstram bem os níveis de carga em tarefas psicomotoras, porém não são tão eficientes em outras tarefas. Contudo, medidas fisiológicas são em geral sensíveis a variações nos níveis da carga de trabalho mental quando combinada a demandas motoras. É importante, portanto, manter a carga física de trabalho constante durante a aplicação desse método, para que se possa realmente verificar onde o componente mental atuou. Uma vantagem encontrada no método

das medidas fisiológicas é que ele provê um registro contínuo da carga de trabalho, permitindo, assim, a sua identificação em vários campos.

De fato, um dos efeitos da sobrecarga ou subcarga mental de trabalho é a alteração de alguns parâmetros fisiológicos. Via de regra costuma-se mensurar a frequência cardíaca, sudorese, movimentos oculares e atividade cerebral através do EEG (Eletroencefalograma). Verificamos que a utilização das medidas fisiológicas dá-se basicamente como uma via de suporte para as medidas obtidas por métodos subjetivos ou comportamentais. Deste modo, as variáveis fisiológicas não são confiáveis como única avaliação da carga mental de trabalho.

É muito interessante, nesse sentido, o trabalho de Miyake (2000). Trata-se de uma pesquisa de laboratório em que ocorre a execução de tarefas diferenciadas. A carga mental então é avaliada através do método subjetivo TLX (*Task Load Index*) e são mensurados determinados parâmetros fisiológicos. A conclusão de Miyake (2000) é de que os métodos subjetivos consideram o resultado da tarefa, enquanto os parâmetros fisiológicos só têm variações significativas quando ocorrem acidentes durante a execução.

Se fôssemos indagados sobre qual classe de carga obteve maior progresso desde 1979, a resposta seria relacionada ao uso de medidas subjetivas e mais particularmente aos avanços de dois grupos: o *Nasa-Ames Research* e o *Wright-Patterson*.

As escalas subjetivas originaram-se dos trabalhos de Cooper e Harper de 1969. Esquemáticamente podemos dizer que deste trabalho inicial dividiram-se duas vertentes, a primeira vertente foi à escala de Sheridan-Simpson que, em



1979, modificaram a escala Cooper-Harper original adicionando três escalas subjetivas para avaliar: estresse, esforço e carga. Essa escala foi mais uma vez modificada por Wright-Patterson, criando escalas personalizadas para cada operador e que por fim, com a sua informatização acaba por originar o método SWAT (Subjective Workload Assessment Technique). A segunda vertente deu origem ao método NASA - Ames, em 1981, desenvolvido no laboratório do NASA Ames Research, que fazia uso de escalas bipolares para descobrir o número mínimo de dimensões necessárias para ilustrar as diferenças individuais em relação à carga mental de trabalho. Em 1987, esse método deu origem ao NASA-TLX (*Task Load Index*).

Assim, existem atualmente dois métodos que são mais conhecidos no campo das medidas subjetivas das cargas de trabalho, o SWAT e o NASA - TLX . Basicamente o SWAT nos fornece uma medida personalizada da Carga Mental de Trabalho. Ou seja, a cada troca de operador ou modificação na atividade, o método tem de ser reestruturado e reaplicado. O NASA - TLX pode ser aplicado a diversos sujeitos sem nenhuma modificação em sua estrutura.

É bem verdade que existem diversos outros métodos de avaliação das cargas mentais de trabalho que são citados em literatura, entre os quais podemos destacar o SWORD (*Subjective Workload Dominance*) que é o método do qual derivou o atual SWAT, o TWAL (Task Analysis Workload), o MWL (*Measurement and Assessment of Mental Workload*), porém o SWAT e o TLX, são os dois métodos mais estudados e desenvolvidos em todo mundo.

Nesse estudo, optou-se pelo uso do NASA-TLX como instrumento de coleta de dados para a avaliação da carga mental de trabalho em pilotos. Sua escolha deve-se ao fato de que esse método desenvolveu-se dentro da aviação militar americana, dentro da NASA e da USAF. No capítulo destinado aos materiais e métodos, explanaremos mais sobre o assunto.

## **2.5 Ergonomia**

### **2.5.1 Ergonomia: Seu histórico e alguns conceitos fundamentais**

De acordo com Chackel (1975) e Iida (1990), o início da utilização dos conceitos empíricos da ergonomia data dos primórdios da humanidade, nossos primitivos ancestrais à milhares de anos constantemente efetuavam adaptações em suas armas e ferramentas de acordo com as suas necessidades. Visto que a ergonomia é a "adaptação do trabalho ao homem", verificamos que os preceitos ergonômicos são praticados desde o surgimento da humanidade.

Assim como o acidente do trabalho podemos dizer que a ergonomia está diretamente relacionada com a organização do trabalho, pois a ergonomia passou a ser objeto de estudo a partir da necessidade de proteger a vida e a dignidade do homem em decorrência da necessidade de auto-adaptação aos esquemas de trabalho, devido às crescentes mudanças dos processos de trabalho.

De acordo com Iida (1990) e Sluchak (1992), o primeiro momento evolutivo da ergonomia surgiu com a introdução do termo “ergonomia” propriamente dito, por volta de 1850 pelo cientista e educador polonês Wojciech Jastrzebowski, que publicou o artigo denominado "Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza".

De acordo com Iida (1990), ao contrário de muitas outras ciências, a Ergonomia tem uma data “oficial” de nascimento: 12 de julho de 1949. Nesse dia, pela primeira vez, na Inglaterra, alguns pesquisadores interessados em discutir e formalizar um novo ramo de uma ciência interdisciplinar em formação que se preocupava com o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Nessa data foi fundada a: “*Ergonomics Research Society*”, sociedade na qual se encontravam reunidos fisiologistas, psicólogos, médicos, engenheiros e outros profissionais ligados a problemas de adaptação do trabalho ao Homem. Na segunda reunião deste grupo, no dia 16 de fevereiro de 1950, foi proposto o neologismo “*ergonomia*”, oriunda dos termos gregos “*ergon*”, que significa trabalho e “*nomos*”, que significa regras, leis naturais. Em 1957 foi criado nos Estados Unidos a “*Human Factors Society*”, sendo importante destacar que neste país usa-se o termo “*human factors*” (fatores humanos) como sinônimo do termo ergonomia (Iida, 1990 e Sluchak, 1992).

Várias são as definições utilizadas para conceituar “ergonomia”, para Iida (1990), por definição geral é entendida como o domínio científico e tecnológico interdisciplinar que se ocupa da otimização das condições de trabalho visando de

forma integrada o conforto do trabalhador, sua segurança e o aumento da sua produtividade .

De acordo com Iida (1990), é considerada uma ciência na medida em que vai estudando as características comportamentais do homem, e de suas relações com o equipamento e o ambiente que o cercam em seu local de trabalho. Entende-se como tecnologia, quando da aplicação desses conhecimentos científicos no sentido de tornar as tarefas mais fáceis, mais cômodas, mais seguras e conseqüentemente mais eficientes.

A ergonomia é uma disciplina científica: seu objetivo de pesquisa é o funcionamento do homem em atividade laboral. A ergonomia desenvolve pesquisas científicas e criou um conjunto de métodos, alguns emprestados de outras disciplinas, outros que lhes são próprios. Para Laville (1986), a ergonomia é uma disciplina técnica, pois tem por objetivo a busca e organização de conhecimentos, a fim de aplicá-los à concepção de meios de trabalho, a partir de critérios de saúde e de desenvolvimento das capacidades dos trabalhadores e dos meios de produção.

Para Wisner (1987: pág.12), a ergonomia constitui o "conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos concebidos com o propósito de oferecer o máximo de conforto, segurança e eficácia".

A Organização Internacional do Trabalho – OIT, em 1960, define o termo ergonomia como sendo a "aplicação das ciências biológicas conjuntamente com as ciências da engenharia para lograr o ótimo ajustamento do homem ao seu

trabalho, e assegurar, simultaneamente, eficiência e bem-estar". A partir desse marco várias são as definições dadas para a ergonomia, para Laville (1986) a ergonomia é definida como: "o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do homem em atividade, a fim de aplicá-los à concepção das tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção".

Para Lemos (2001), os novos modelos de Organização do Trabalho Industrial rompem com os princípios e técnicas tayloristas e passam a ser assentados em premissas implícitas sobre necessidades humanas, criando novas relações de trabalho através da flexibilidade e processos participativos (democracia industrial, administração participativa e qualidade de vida no trabalho). Paralelamente à evolução do processo produtivo e da organização do trabalho, desenvolveu-se também a preocupação com a interação homem-trabalho.

Verificamos que a ergonomia não se preocupa apenas em adaptar o trabalho ao homem, por meio do estudo do ambiente sócio-técnico, mas sim através do estudo da interação entre o homem e a organização de trabalho. Criando assim um novo paradigma de orientação e aplicação no desenvolvimento da organização moderna, porém com um enfoque antropocêntrico em sua essência. Desse modo, podemos afirmar que a ergonomia se preocupa com o trabalhador e não com os meios de produção (máquinas e ambiente), propiciando de um modo geral um implemento em segurança, visando diminuir a fadiga e a probabilidade de acidentes de trabalho, aumentando de maneira reflexa, a produtividade e os lucros.

Algumas colocações importantes são necessárias quando se realiza a discussão de assuntos relacionados a ergonomia, a conceituação correta de termos como, *trabalho*, *tarefa* e *atividade de trabalho* necessitam ser compreendidas para que não se cometam equívocos primários.

Segundo Guérin, Laville, Daniellou *et al.* (2001) a ergonomia tem por objetivo o trabalho, mas é preciso reconhecer que a palavra “*trabalho*” abrange várias realidades, como mostra seu uso corrente, para designar as condições de trabalho (trabalho penoso, trabalho pesado...), o resultado do trabalho (um trabalho malfeito, um trabalho de primeira...) ou a própria atividade de trabalho (fazer seu trabalho, um trabalho metódico, estar sobrecarregado de trabalho).

Conforme Guérin, Laville *et al.* (2001), o trabalho denota qualquer uma das três realidades evocadas, demonstrando a sua fundamental unidade. A atividade, as condições e o resultado da atividade não existem independentemente uns dos outros. Dentro desse contexto surgem os conceitos básicos de tarefa e atividade de trabalho. Numa dada empresa, uma das primeiras informações que o ergonomista vem a obter é o ramo de atividade que a presente empresa desempenha, o trabalhador acaba dando a mesma informação quando indagado a respeito da empresa onde trabalha. Verificamos aqui a atividade de produção e não a atividade de trabalho.

De acordo com Wisner (1987), o trabalho está envolvido com a noção geral de pena e sofrimento. Por definição geral, temos que trabalho é uma atividade obrigatória, englobando o trabalho assalariado, o trabalho produtivo individual, o trabalho familiar e escolar. Em contrapartida a definição restrita define-o por algo

que acrescenta valor e entra no circuito monetário. Nesse caso, a mãe de família, o agricultor dono de sua terra “não trabalham”.

Segundo Wisner (1987), quando um trabalhador fala espontaneamente de seu trabalho, ele fala dos resultados que obtém por meio de seu trabalho: “eu faço tijolos”, e depois descrevem os meios de produção que usam: “utilizo argila, formas, etc...” Ou seja, dentro de uma empresa todos referem-se às tarefas que cumprem. Para Guérin, Laville *et al.* (2001), a tarefa não é o trabalho em si, mas sim o que é prescrito pela instituição ao operador. Essa prescrição é imposta ao operador: ela lhe é portanto exterior, determina e constrange sua atividade. Mas ao mesmo tempo, ela é um quadro indispensável para que ele possa operar: ao determinar sua atividade, ela o autoriza. O operador desenvolve sua atividade em tempo real em função desse quadro: a atividade de trabalho é uma estratégia de adaptação à situação real de trabalho, objeto da prescrição. A distância entre o prescrito e o real é a manifestação concreta da contradição sempre presente no ato de trabalho, entre “o que é pedido” e “o que a coisa pede”. A análise ergonômica da atividade é uma análise das estratégias utilizadas pelo operador para administrar essa distância.

### 2.5.2 A ergonomia e a aviação

Segundo Wisner (1987), inserido no campo da ergonomia militar, encontramos um campo de estudo que se preocupa com as questões oriundas da

aviação. Podemos dizer que a aviação em geral e de uma maneira especial, a aviação militar, disponibilizaram um vasto campo para o desenvolvimento da ciência que hoje conhecemos por ergonomia.

De acordo com Santos (2001) a Ergonomia semelhante aos moldes que conhecemos hoje, deu seus primeiros sinais de vida durante a I Guerra Mundial, e de maneira mais pronunciada durante a II Guerra Mundial. Em meados da I Guerra (1914 – 1917), fisiologistas e psicólogos foram chamados para colaborarem no esforço de criarem métodos que possibilitassem o aumento da produção de armamentos, com isso em 1915, foi criada a Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, com o fim da guerra a mesma foi transformada no Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial. Em 1929 este instituto foi transformado no Instituto de Pesquisa sobre a Saúde do Trabalhador.

Para Wisner (1987), com a eclosão da II Guerra (1939 – 1945), os conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis, foram sendo cada vez mais utilizados para desenvolver instrumentos bélicos como: submarinos, tanques, radares, aviões, sistemas de contenção de incêndios, etc. Estes dispositivos complexos exigiam habilidades especiais de seus operadores, esses dispositivos eram operados em condições bastante tensas e desfavoráveis, no campo de batalha. Os erros e acidentes eram freqüentes e muitas vezes fatais.

Dessa situação surgiam significativas perdas de soldados, aeronaves e veículos blindados. Assim verifica-se o início de uma prática ergonômica semelhante aos moldes adotados na atualidade. Coube aos ergonomistas, em primeira mão, a solução de problemas observados em aeronaves, (em especial os



B 17G e B 24G, conhecidos também como as “fortalezas voadoras”). Nos estudos realizados nessas aeronaves verificaram-se diversos erros de concepção, a maioria deles localizados nos cockpits. Os principais equívocos encontrados eram: Displays e comandos sobrepostos; Posicionamento inadequado de instrumentos; Uso de unidades de medida não padronizadas. Esses equívocos de concepção foram evidenciados com o uso da análise ergonômica do trabalho, Wisner (1991).

### 2.5.3 As cargas de trabalho e a ergonomia

As cargas de trabalho estão diretamente relacionadas a ergonomia, Wisner (1987), afirma que todas as atividades, inclusive o trabalho, têm pelo menos três aspectos: físico, cognitivo e psíquico. Cada um deles pode determinar uma sobrecarga ou sofrimento. Eles se inter-relacionam e via de regra, a sobrecarga de um dos aspectos é acompanhada de um desnivelamento significativo nos outros dois campos. Dentro desse contexto podemos convencionar os aspectos psíquicos e cognitivos dentro de um contexto mental, ou seja, aspectos físicos e mentais.

Os aspectos físicos, ou cargas físicas de trabalho, vem sendo estudadas e avaliadas a muitos anos, muitos manuais de ergonomia foram criados com esse intuito, porém, os aspectos mentais da carga de trabalho ainda são pouco estudados pela ergonomia. Verificamos um maior interesse dos ergonomistas pelos aspectos mentais das cargas de trabalho a aproximadamente 25 anos,

estudiosos tais como Wisner, Dejours, Le Guillant, Daniellou, dentre outros, desenvolveram parte de seus estudos preocupados com esse aspecto pouco abordado dentro do contexto ergonômico. Porém é preciso lembrar que os aspectos físicos e mentais estão sempre presentes e relacionados intimamente. Wisner (1987) coloca o seguinte exemplo para destacar a dificuldade verificada na identificação desses três aspectos principais da carga de trabalho: a atividade de um entregador que atende as mercearias de uma vila pode parecer essencialmente de natureza física. Vários estudos ergonômicos consideraram esse aspecto e produziram resultados interessantes. Mas a dimensão cognitiva da carga não deve ser negligenciada, pois, na realidade, ela pode ser predominante: escolha do itinerário, contagem de garrafas, controle das notas fiscais e às vezes do dinheiro. O aspecto psíquico da tarefa está às vezes escondido, às vezes predomina: atitude agressiva dos merceeiros aos atrasos da entrega, às mudanças de preço, dificuldades com os motoristas devido a um estacionamento que obstrui a saída da mercearia. Essa dimensão psíquica, levando a um certo grau de sofrimento mental, pode às vezes explicar a grande rotatividade desse pessoal e as fases de agressividade.

Wisner (1987), cita um outro exemplo em contrapartida, a carga de trabalho das recepcionista pode também ser considerada como puramente psíquica, em particular em certos escritórios nos quais essas funcionárias são admitidas para receber reclamações, legítimas ou não, do público contra a organização. De fato, os trabalhadores sociais que fazem seu trabalho corretamente apresentam em geral uma carga cognitiva elevada, devido as dificuldades de compreensão das

questões do público, muitas vezes ignorante do jargão e das categorias administrativas. Algumas dessas situações também podem ter certos aspectos físicos penosos se a tarefa comporta, por exemplo, a distribuição de artigos ou documentos pesados, ou o acompanhamento do público até as diversas partes de um grande edifício.

Os Ergonomistas realizam as suas intervenções através da Análise Ergonômica do Trabalho, que nada mais é do que a busca e análise de fatores potencialmente desencadeadores de desequilíbrios nessas cargas de trabalho. Desse fato podemos verificar a importância dos conceitos e avaliações concernentes as cargas de trabalho dentro de um contexto ergonômico, contudo, verificamos na prática do ergonomista, que as cargas físicas ou aspectos físicos do trabalho são muito mais fáceis de serem observados e determinados do que seus aspectos mentais.

Assim, uma das grandes dificuldades do Ergonomista, especialmente naqueles trabalhos chamados intelectuais é a avaliação dos aspectos concernentes a carga mental de trabalho. Efetivamente a Ergonomia Cognitiva tem sido de grande valia nesta função. Entretanto, acreditamos que o uso do conceito de Carga Mental trará algumas vantagens ao Ergonomista, quais sejam:

1. O conceito de Carga de Trabalho, é mais diretamente relacionado à Situação de Trabalho, tornando mais claro o caminho da intervenção ergonômica;
2. Apesar dos avanços da Ergonomia e Psicologia Cognitivas, o conceito de Carga Mental de trabalho nos remete a alguns métodos de

avaliação já consagrados. A utilização destes métodos, permite ao Ergonomista uma base de conhecimento inicial sobre as exigências da atividade, que não seria encontrada facilmente apenas com a utilização da Ergonomia Cognitiva e suas arquiteturas.

Verificamos que as cargas de trabalho estão diretamente relacionadas aos conceitos fundamentais da ergonomia, uma vez que a interação do operador com o seu trabalho acaba por resultar nas cargas de trabalho, sejam elas físicas ou mentais. Também deve-se destacar a importância da realização de estudos concernentes aos aspectos mentais das cargas de trabalho, uma vez que verifica-se uma defasagem dessas com relação aos aspectos físicos das cargas de trabalho.

## **2.6 O Piloto de Avião**

### **2.6.1 Classificação da CBO (Classificação Brasileira e Ocupações) para os profissionais da aviação**

De acordo com a CBO, os pilotos de avião encontram-se inseridos na família “2153 – Profissionais da pilotagem aeronáutica”. São descritos como sujeitos que pilotam aviões ou helicópteros de grande porte para transporte de passageiros ou cargas em vôos nacionais ou internacionais; conduzem a

navegação operando os sistemas da aeronave, seguindo plano de vôo pré-estabelecido e aplicando regras de tráfego aéreo e procedimentos de segurança; ministram instruções de vôo teóricas e práticas em aeroclubes ou em empresas aéreas; realizam ensaios de vôos em protótipos com a finalidade de aprovar novos modelos e tipos de aeronaves; executam vôos especiais em aeronaves recém saídas das linhas de produção ou das oficinas de manutenção. Essa família não compreende Pilotos de aviação comercial, mecânicos de vôos e afins.

A família 2153 é subdividida em 3 grupos:

- 2153 - 05: Piloto de aeronaves: Aviador civil, Piloto de avião, Piloto de helicóptero, Piloto de linha aérea regular;
- 2153 - 10: Pilotos de provas (aviação);
- 2153 – 15: Instrutor de pilotagem (aviação), Instrutor de pilotagem de aviões, Instrutor de pilotagem de helicópteros.

Infelizmente essa classificação não define claramente as profissões de “piloto aviador militar” e “co-piloto”.

## 2.6.2 Tarefas e atividades dos pilotos de avião

A tarefa do piloto é bastante complexa, é composta de várias etapas que exigem diferentes competências e atividades. Podemos dividi-las genericamente em duas etapas distintas:

- I. Etapa dos *preparativos para o voo* que compreende a apresentação, o briefing<sup>2</sup> e a checagem<sup>3</sup>;
- II. Etapa do *voo propriamente dito*, que compreende táxi<sup>4</sup>, decolagem, subida, voo em cruzeiro, descida, pouso e táxi.

Embora exista uma grande rigidez dentro das etapas de um voo, jamais um voo é igual a outro, isto é, cada voo está sujeito a uma sequência de variações que podem modificá-lo a qualquer instante, tais como condições meteorológicas, condições da aeronave, controle de tráfego aéreo, condições do aeroporto, etc.

O piloto tem que tomar conhecimento e analisar uma série de variáveis além de dominar a técnica propriamente dita, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992). Isso é o que a ergonomia chama de variabilidade da atividade, que geralmente são programas pelas instituições, no entanto a sua ocorrência na situação de trabalho pode ser mais ou menos esperada, Guérin, Laville, Daniellou *et al* (2001). Temos, ainda, o que a ergonomia chama de variabilidade dos indivíduos, uma vez que já foi derrubado o mito do “operário médio” ou do “trabalhador médio”, Wisner (1987) e Guérin, Laville *et al.* (2001).

---

<sup>2</sup> “Briefing”: Tomar conhecimento das condições gerais em que será efetuado o voo.

<sup>3</sup> Checagem: Tomar conhecimento, através do serviço de manutenção, das condições técnicas do avião, tais como, abastecimento de combustível, condições dos sistemas do avião, documentação atualizada etc.

<sup>4</sup> Táxi: Movimentação do avião no solo por meios próprios.

*- Preparativos para o voo:*

Durante essa fase, o piloto exerce basicamente as suas competências técnicas e também gerenciais pois é obrigado a se relacionar com uma série de questões técnico administrativas, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).

Num primeiro momento o piloto conhece a sua equipe de voo (se for o caso de uma aeronave que permita tripulação), é importante destacarmos que é fundamental o entendimento e bom relacionamento entre os membros da tripulação. No briefing o piloto é informado, portanto, sobre todas as condições de voo, e isto pode tranquilizá-lo ou não. Após o briefing o piloto segue para a aeronave, onde é realizada a checagem. Ao piloto cabe avaliar, se a aeronave tem ou não condições de voo, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).

*- O voo propriamente dito:*

O voo propriamente dito, tem início quando as portas da aeronave são fechadas, nesse ponto, inicia-se o táxi, seguido pela decolagem, subida, voo em

cruzeiro (ou missão propriamente dita, na aviação militar), descida, pouso e táxi. Cada uma dessas etapas exige habilidades diferentes: assim, a decolagem é mais crítica que o pouso em termos de segurança, pois dentre outros fatores, o avião está mais pesado. Entretanto o pouso também é uma etapa crítica. Se o piloto não sentir condições de pousar por estar muito veloz ou muito alto, ele ainda tem potência para “arremeter” a aeronave avisando o controle de vôo, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).

Durante o vôo é intensa a comunicação entre o piloto e controle de vôo, essa comunicação é realizada por meio de uma linguagem técnica com o mínimo uso de palavras.

As variações nas condições dos aeroportos exigem um desempenho versátil do piloto, que enfrenta desde aeroportos em condições precárias até o tráfego intenso de aeronaves em grandes aeroportos.

Da mesma forma, as condições meteorológicas também podem variar muito, representando motivo de inquietação para alguns pilotos. Essa diversidade de intercorrências no desempenho da tarefa do piloto, exige do profissional flexibilidade e criatividade, e pode ser geradora de tensões e ansiedade, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).



### 2.6.3 O saber do piloto

Um bom piloto necessita de algumas competências básicas para poder exercer as suas funções com o maior desempenho possível, dentre essas competências podemos destacar algumas. Um piloto competente necessita possuir a capacidade de antecipar mentalmente as conseqüências de um determinado conjunto de sinais, extremamente variáveis e aleatórias, formais e informais, o que pressupõe uma visão de conjunto do voo.

O piloto também precisa ter a capacidade de tomar decisões rápidas, muitas vezes de graves conseqüências em termos de custos humanos e financeiros, em conformidade com o diagnóstico feito, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).

Esses dois aspectos exigem ora, como no primeiro caso, perícia e experiência, ou como no segundo, características psicológicas importantes. Uma delas está diretamente relacionada a não ter medo de admitir ou confessar que errou.

A detecção de um erro, para cortar uma seqüência de eventos, exige experiência. Atualmente a instrução de um piloto é 90% adquirida no solo, em simuladores de voo, porém a experiência é adquirida em voo, executando os procedimentos de subida e descida em aeroportos diversos e assimilando a

instrução de pilotos mais experientes, setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), (1992).

Nesse sentido, observamos a tendência dos pilotos se referirem a acidentes ocorridos, com eles ou com os companheiros. É que cada acidente é uma verdadeira lição para os demais pilotos, porque acaba explicitando as falhas, detalhes de condutas, que podem acabar ocorrendo com qualquer um.

#### 2.6.4 Exigências fisiológicas impostas ao piloto de avião

Nesse contexto de saberes, tarefas e atividades foram determinadas também algumas exigências fisiológicas que cercam o dia a dia de um piloto de avião, seja ele um piloto militar ou civil. Essas exigências acabam fazendo parte dos componentes que contribuem para a formação da carga mental de trabalho.

A seguir são apresentadas algumas exigências fisiológicas que cercam o universo do piloto de avião, exigências impostas tanto pela aviação civil, quanto pela aviação militar. Essas exigências foram determinadas a partir de relatos coletados informalmente com pilotos de diversos tipos de aeronaves, uma vez levantadas as exigências, as mesmas foram embasadas teoricamente a partir de revisão literária.

#### 2.6.4.1 O sono e seus transtornos

Os pilotos de avião em geral relatam com frequência a ausência de sono, em parte devida a dificuldade de se criar uma rotina de sono imposta pela atividade do aviador. Podemos definir como insônia o excesso de vigília, ou a incapacidade de se começar a dormir ou de se manter o sono, a mesma não é considerada uma doença, mas sim um sinal de que estamos com algum problema em nosso organismo.

Partindo da constatação de que a quase totalidade dos seres humanos dormem todos os dias cerca de 1/3 do tempo, sugere-se que o sono deva satisfazer uma necessidade biológica básica do organismo humano, Souza e cols. (1999). A privação do sono, pode provocar efeitos tais como:

- Perda da eficiência no funcionamento mental e físico;
- Irritabilidade e descontrole emocional;
- Tendências para distorção perceptiva;
- Confusão ideacional.

O sono pode ser desencadeado desde a encefalite letárgica até a estimulação de uma região talâmica. Mas, foi a partir da descoberta dos movimentos oculares rápidos (MOR), que se pôde estabelecer uma caracterização nítida da fisiologia e patologia do sono. O estágio MOR e os estágios, em que não

há movimentos oculares rápidos (NMOR) se mostraram monitoráveis pelo eletroencefalograma (EEG) e abriram a possibilidade de analisar o sono, Souza e cols. (1999).

Por muito tempo o sono foi considerado como sendo um evento passivo, chegando até a ser comparado com a morte. Mas, o mesmo é um fenômeno ativo por essência. Nele ocorre uma mudança de atividades, onde se selecionam as informações que são importantes para o dia seguinte e se descartam as inúteis, que saturam o cérebro. De acordo com Souza e cols. (1999), o seu desencadeamento e a sua estrutura são regulados pelo ritmo biológico. Mesmo quando uma pessoa permanece na escuridão total ou sob iluminação permanente, o sujeito conserva praticamente o mesmo ciclo de sono-vigília, com periodicidade de cerca de 24 horas. Comumente, o sistema nervoso apresenta sinais de fadiga pouco antes de cair no sono e mostra sinais de haver repousado após o sono ter acabado, Guyton (1992). Parece, assim, que a fadiga neuronal desempenha um papel fundamental no fator de causa do sono, e esse sono, por sua vez, alivia a fadiga. Somente agora, cinquenta anos depois de aprender que o cérebro trabalha muito durante o sono, a medicina descobriu que enquanto a pessoa dorme sua mente está se preparando para enfrentar o novo dia. Até bem pouco tempo a insônia e outros distúrbios eram subestimados, Souza e cols. (1999).

Algumas vezes é difícil de se compreender por que uma pessoa tem necessidade de dormir. Certas partes do corpo, como o coração, nunca descansam embora sejam capazes de funcionar durante toda a vida. Um valor psicológico do sono parece ser o de restabelecer um equilíbrio adequado da

excitabilidade, entre as várias partes do sistema nervoso. À medida que a pessoa vai ficando cada vez mais fatigada, algumas partes de seu sistema nervoso perdem mais excitabilidade do que outras, de modo que uma parte pode desequilibrar as outras. Na verdade, a fadiga nervosa extrema pode desencadear graves distúrbios psicóticos. Entretanto, após o sono prolongado, todas as partes do sistema nervoso terão, normalmente readquirido seus níveis normais de excitabilidade e retornado ao estado de serenidade, Guyton (1992).

Com relação à insônia e seus dados estatísticos, podemos dizer que todos os grupos etários, raciais e socioeconômicos apresentam insônia porém, de modo geral, são as mulheres que mais referem o problema, o qual aumenta com a idade e nas pessoas que vivem sós. O sintoma insônia tem múltiplas causas que podem ser reunidas em seis grupos. As causas situacionais, as psiquiátricas, as clínicas, as disritmias circadianas, os fatores comportamentais e os distúrbios do sono primários, Aserinsky & Kleitman (1953). No caso dos pilotos de avião, a principal causa da insônia encontra-se nas disritmias circadianas (O ciclo circadiano será mais bem estudado em um item mais adiante.), já que estes profissionais trabalham em turnos alternados e em muitos vôos internacionais, desta forma, eles não conseguem criar uma rotina para o seu sono, Ballone (2000).

Em termos de gravidade podemos dizer que a insônia “não mata mas maltrata”. Isso quer dizer que a insônia afeta mais o aspecto psíquico e social da vida do que ameaça o seu componente biológico, porém pessoas que são acometidas pelo mal da insônia, estão sujeitas a uma tendência maior de sofrerem acidentes, Ballone (2000).

- *O ciclo circadiano e suas alterações:*

Variações em geral estão acopladas à periodicidade de 24 horas da rotação da Terra, de forma que muitas vezes chegou-se a pensar que a periodicidade animal e humana seria uma reação passiva do organismo à periodicidade do meio ambiente. Porém, experiências mostraram que essa periodicidade continua após a exclusão de todos os fatores do meio ambiente. A causa dessa periodicidade não é portanto o meio ambiente e sim processos endógenos próprios do cérebro, Souza e cols. (1999).

O ritmo circadiano é sincronizado com a periodicidade das 24 horas do dia através dos sincronizadores de tempo externos. O mais potente destes sincronizadores é o ciclo dia-noite, outros importantes fatores sincronizadores são: as condições sociais, barulho e temperatura, Souza e cols. (1999).

O primeiro substrato anatômico e funcional do ritmo biológico a ser identificado foi o núcleo supra-quiasmático, que se localiza na base do cérebro. Posteriormente foi evidenciada a presença de outros relógios biológicos. Ao se extrair o núcleo supra-quiasmático em animais e em humanos submetidos ao isolamento tem se demonstrado a dessincronização de dois grupos de funções rítmicas; um grupo que acompanha o ciclo sono-vigília e o outro acoplado ao ritmo circadiano da temperatura corporal, Cipolla (1988).

Alguns distúrbios transitórios do sono e da vigília podem estar associados a mudanças abruptas dos sincronizadores exógenos, por exemplo: uma viagem

transmeridiana. A síndrome de mudança rápida do fuso horário se caracteriza por sonolência diurna, insônia com dificuldade de dormir no novo horário e queda do desempenho nas diversas tarefas mentais e físicas. As consequências médicas destas mudanças podem ser classificadas em: os produzidos de forma transitória e os produzidos de forma crônica. Se estas mudanças ocorrem de forma sistemática, os sintomas se agravariam ao ponto de surgirem riscos significativos para várias doenças como: distúrbios neurológicos, sonolência excessiva e/ou insônia, problemas cardiovasculares e gastrintestinais, Souza e cols.(1999).

Os pilotos que realizam as grandes rotas transcontinentais estão sujeitos de maneira crônica a esse mal, cruzando muitas vezes por semana vários fusos horários em uma só viagem, desafiando o seu próprio organismo. Isso explica em parte, o porquê de certos estudos apontarem as doenças cardiovasculares como a principal causa de perda de licença para pilotar e de mortalidade não-traumática entre os pilotos de rotas transcontinentais na aviação civil ou militar, Melhado (1999).

#### *2.6.4.2 A radiação ultravioleta*

De acordo com Connor (1996), as aeronaves, voam por longos períodos em altitudes elevadas, dessa maneira, a camada protetora da atmosfera contra radiação ultravioleta, encontra-se consideravelmente comprometida. Tal fator aliado a diminuição da camada de ozônio da estratosfera, fazem com que os

aviadores estejam predispostos a desenvolverem o câncer de pele. Nos EUA, é cada vez maior o número de aviadores que apresentam algum tipo de Carcinoma ou Melanoma de Pele.

#### *2.6.4.3 A força G e a aceleração da gravidade*

Os efeitos da força da aceleração da gravidade, ou força G, são mais sentidos em aeronaves que voam próximos ou acima dos limites da velocidade sônica ou em aviões de acrobacia, que não são tão velozes, mas que por outro lado, executam manobras extremamente arrojadas, que acabam por induzir as grandes variações nos G's. Essas características de voo supersônico são encontradas em caças como o MIRAGE e o F-5 da FAB, ou em aviões de manobras como o TUCANO da esquadrilha da fumaça. Esta força vem da função originada pela variação da velocidade vertical do centro de massa, do ângulo de arfagem e da respectiva variação combinada dos dois, Rocha e cols. (1998).

Algumas aeronaves são tão velozes que modificam constantemente sua direção de movimento, assim, o corpo humano, muitas vezes, é submetido a um grave estresse físico, causado pelas constantes variações de movimento. Quando é a velocidade do movimento que é alternada, o efeito é a aceleração linear. Se for na direção do movimento a modificação, o efeito é a aceleração centrífuga, Guyton (1992).



*G Positivo:* Enquanto o avião esta voando em um mesmo plano, a força para baixo, exercida pelo piloto sobre seu assento, é exatamente igual a seu peso. Entretanto, quando começa a sair do mergulho (o avião em descida brusca, começa a subir novamente), ele é comprimido contra seu assento, com muito mais força do que seu peso, devido à força centrífuga. No ponto mais alto do mergulho, a força de tração da gravidade pode chegar de 6 a 10 vezes maior do que em solo (6 a 10 Gs). Esse efeito é conhecido como *aceleração centrífuga positiva*, Guyton (1992).

*G Negativo:* Quando um avião inicia um mergulho, o avião muda de um vôo plano para uma direção descendente, o que empurra o piloto contra seu cinto de segurança. Nessas condições, ele não está exercendo nenhuma força contra seu assento, mas, pelo contrário, está sendo seguro por seu cinto de segurança, uma força que pode chegar a mais de três vezes o seus peso (-3Gs). Esse efeito é chamado de *aceleração centrífuga negativa*, Guyton (1992).

Um dos principais problemas encontrados nas exposições do ser humano as grandes acelerações da gravidade, é o fenômeno conhecido como G'Loc, abreviatura do termo inglês "G-Induced Loss Of Consciousness", perda de consciência induzida por G's. A letra 'G' representa aqui a aceleração a que se está sujeito, por exemplo 1G é o que sentimos enquanto estamos de pé sobre o solo, ou 2G numa volta com emprachamento de 60 graus. Os G's podem ser positivos se forem sentidos no sentido ascendente (na direção da cabeça) ou negativos se forem sentidos na direção dos pés, Boyer (1990).

O problema do G'Loc tem ocorrido com maior frequência desde o fim da década de 70, de lá para cá, os sistemas de computação tem mantido os instáveis aviões de caça sob controle com muito mais facilidade, permitindo assim que se ultrapassa-se com facilidade os 7,33Gs até então aceitos como limite-padrão de aceleração centrífuga. Além das aeronaves atingirem valores próximos ou superiores a 9Gs com frequência, descobriu-se também que as aeronaves alcançavam estes valores em um tempo surpreendentemente baixo, tornando ainda mais críticos os efeitos do G'Loc.

Assim que os G's aumentam, o piloto sente o seu peso aumentar. O assento faz cada vez mais força contra o seu corpo e os movimentos da cabeça e dos braços tornam-se lentos e difíceis. Se os G's aumentarem de forma gradual, a próxima sensação que os pilotos terão poderá ser a visão enevoada que será mais acentuada na periferia do campo de visão. Este fenômeno é chamado na aviação de "Greyout" e deve-se à diminuição da quantidade de sangue que chega aos olhos, é causado por G's positivos, a sensação que o sujeito tem é de que estivesse olhando o mundo através de um túnel escuro. No caso de G's negativos excessivos pode ocorrer o "Redout", onde há perda de visão e o sujeito só consegue ver em tons avermelhados, Boyer (1990).

A visão começa por se deteriorar logo assim que se inicia a manobra, mas quando o piloto começa a notar algum "tunelamento" já perdeu cerca de 75% do campo visual e, se os G's continuarem a aumentar, poderá seguir-se "Blackout". O "Blackout" é a perda completa da visão devido ao fato de nenhum sangue chegar aos olhos, Boyer (1990).

Se os G's continuarem a aumentar para valores muito além da tolerância do piloto, haverá perda de consciência prontamente. Essa perda de consciência poderá estar associada a movimentos flatulentos da cabeça e dos braços, e se os G's se mantiverem elevados teoricamente a morte cerebral poderá ocorrer. Porém o que normalmente acontece é que os G's diminuem depois do início do G'Loc. Assim que o G retorna a +1G o piloto mantém-se inconsciente, normalmente por um período de cerca de 15 segundos, e depois retoma a consciência. Durante este acordar, à volta de 15-30 segundos de duração, muitas vezes há extrema confusão. Após uma experiência de G'Loc, uma série de respostas fisiológicas poderão ocorrer, tais como: desorientação, ansiedade, medo, vergonha e uma atitude derrotista, Boyer (1990).

Além dos efeitos do "G'Loc" e das subseqüentes alterações de visão e de consciência, a aceleração da gravidade também atua na redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar. Estudos realizados com porcos dentro de aviões submetidos em até 3Gs comprovaram as alterações da redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar, demonstrando a relação da aceleração da gravidade com risco de comprometimento pulmonar, Hlastala (1998).

#### *2.6.4.4 As exigências fisiológicas nos vôos em grandes altitudes*

Uma das exigências fisiológicas mais críticas que agem sobre o piloto de avião é a pressão parcial progressivamente decrescente do oxigênio do ar, à

medida que se ascende a altitudes cada vez maiores, Guyton (1992). Ao subir a grandes altitudes, o sujeito pode sentir uma série de distúrbios, que se tornam mais acentuadas a partir dos 3000m (10000ft). Os sintomas mais comuns são dificuldade de respirar, taquicardias freqüentes (freqüências maiores que 100 bpm), mal-estar generalizado, dores de cabeça, náuseas, vômito, insônia etc. Esses efeitos se devem essencialmente à diminuição da pressão atmosférica, o que é consequência da diminuição da densidade do ar. Aos 5000m de altitude a pressão parcial de O<sub>2</sub> é aproximadamente a metade da pressão parcial ao nível do mar. Ou seja, só existe metade da quantidade de O<sub>2</sub> com relação ao nível do mar, Benedek & Villars (1994).

Todos os problemas da baixa pressão barométrica nas altitudes elevadas podem ser evitados se a aeronave for pressurizada. A maioria das aeronaves comerciais contam com este dispositivo. Por outro lado, essas cabines pressurizadas também apresentam alguns problemas, o maior deles vem da descompressão explosiva, que ocorre quando o equipamento de pressurização sofre algum dano ou avaria, submetendo bruscamente os sujeitos de dentro desta aeronave as exigências do ar rarefeito das grandes altitudes. Podendo fazer com que todos os indivíduos do interior do aparelho percam a consciência em questão de poucos segundos, Guyton (1992).

Qualitativamente, podemos resumir as mudanças funcionais com a altitude, para um indivíduo saudável, normal e não treinado, da seguinte maneira:

- ✓ Abaixo de 3000 m : não existem efeitos detectáveis no desempenho da respiração, e o ritmo cardíaco, em geral, não se altera;

- ✓ Entre 3000 e 4600 m : região de "hipóxia compensada" em que aparece um pequeno aumento nos ritmos cardíaco e respiratório, e uma pequena perda de eficiência na execução de tarefas complexas;
- ✓ Entre 4600 e 6100 m : mudanças dramáticas começam a ocorrer. As frequências respiratória e cardíaca aumentam drasticamente; pode aparecer a perda de julgamento crítico e controle muscular, e também entorpecimento dos sentidos. Estados emocionais podem variar desde a letargia até grandes excitações com euforia ou mesmo com alucinações. Esse é o estado de "hipóxia manifesta";
- ✓ Entre 6100 e 7600 m: Essa é a região de "hipóxia crítica". Os sintomas são perda rápida do controle neuromuscular, da consciência seguida de parada respiratória, e finalmente morte.

Esses vários sintomas foram verificados na ascensão do balão "Zenith", em 15 de abril de 1875, na França, o mesmo chegou a atingir 8600m de altitude, nesta ocasião morreram dois dos três membros da expedição. Apesar de estarem incluídos nos equipamentos do balão reservatórios de gás contendo 70% de oxigênio, a hipóxia provocou a redução do senso crítico de seus tripulantes, não permitindo o uso do oxigênio quando isso se fez necessário, Benedek & Villars, (1994).

À medida que subimos mais alto na atmosfera a densidade e a pressão do ar diminuem. A descida da pressão é tal que a 5400 m a pressão é cerca de metade do que a sentida ao nível do mar e a 9900 m é de 1/4. Esta redução de

pressão, devido ao aumento da altitude provoca o problema da expansão dos gases nas cavidades corporais, Haines (1990).

Segundo a lei dos gases, um gás que sofre uma diminuição de pressão irá expandir o seu volume (se a massa e temperatura se mantiverem constantes). No corpo humano existem várias cavidades ocas preenchidas por gases. Isto não constitui um problema quando essas bolsas se comunicam diretamente com o exterior (como na boca, no nariz e até certo ponto nos seios da face e no ouvido médio). O gás simplesmente expande e escapa para o exterior.

O problema surge quando o gás não encontra uma comunicação com o meio externo. A expansão desses gases causará aumento da pressão nas paredes da cavidade em questão, o que pode causar desconforto, dor, ou até mesmo impedir o funcionamento do órgão em questão. Os efeitos da expansão dos gases no corpo serão considerados individualmente a seguir.

*- A cavidade do ouvido médio:*

O tímpano separa a cavidade do ouvido médio do exterior. O tubo de paredes finas que liga a cavidade do ouvido médio à parte de trás da garganta é a trompa de Eustáquio. Durante a subida o ar na cavidade do ouvido médio expande e o pequeno aumento da pressão contra o tímpano faz com que este infle ligeiramente para o exterior (aquela sensação de enchimento nos ouvidos antes de eles estalarem), a pressão continua a aumentar até que é suficiente para expelir o ar através das trompas de Eustáquio.

Assim que o ar sai o tímpano volta imediatamente à sua posição normal. Os estalidos nos ouvidos são completamente normais e ocorrem normalmente entre cada 150 a 300 m de subida, Haines (1990).

Por outro lado, durante a descida, à medida que a pressão do ar aumenta o gás encerrado na cavidade do ouvido médio é comprimido criando um ligeiro vácuo. Normalmente o tímpano infla para o interior criando uma sensação de "enchimento" como na situação anterior e o ar do exterior entrará para o interior do ouvido médio, acompanhado novamente de um estalido. Devido às paredes da trompa de Eustáquio serem flácidas o ar tende a ter maior dificuldade em se mover nesta direção do que na da situação anterior, Haines (1990).

Se por alguma razão a trompa de Eustáquio for ou estiver obstruída, a pressão no interior do ouvido não será igualada à pressão externa, assim, ocorrerá um aumento da pressão no ouvido médio durante a subida, e a formação de um vácuo durante a descida. Fazendo com que o tímpano infle para além da tolerância normal e cause dor.

Se uma descida for efetuada com uma Trompa de Eustáquio bloqueada causará um aumento progressivo de pressão no tímpano. Eventualmente, se a pressão não for aliviada o tímpano rompe causando um traumatismo. A causa mais comum de bloqueio da trompa de Eustáquio é a constipação normal, por isso voar com uma simples constipação é perigoso e é suficiente para deixar em terra os pilotos da Força Aérea, Haines (1990).

- *Os seios faciais:*

Os seios faciais são cavidades cheias de ar situadas no interior dos ossos da face e do crânio. Estas cavidades comunicam-se com a parte de trás do nariz através de túneis finos nos ossos. Como na cavidade do ouvido médio o ar nos seios faciais expande na subida e é comprimido na descida. Em condições normais os seios faciais ventilam o ar para a parte de trás do nariz com facilidade e apenas se sente uma pequena sensação de irritação. Porém se os tecidos no interior dos seios faciais estiverem inchados, de forma que obstruam as passagens de ar, a equalização da pressão com o exterior será feita com maior dificuldade. Isto pode ser causado pela inflamação das membranas no interior dos seios faciais durante uma constipação ou sinusite. Quando a pressão se forma no interior destas cavidades, a mesma é sentida como dor na área da face correspondente ao seio em causa. A dor poderá ser sentida na testa, na bochecha, ou de uma zona mais profunda da cabeça, a mesma pode ser bastante forte e pode vir acompanhada de um lacrimejar constante, Haines (1990).

- *Distensão abdominal:*

É perfeitamente normal que o estômago e os intestinos contenham por volta de 1 litro de gás. Esse gás é uma mistura de ar engolido e de outros gases produzidos durante a digestão. Pelos princípios discutidos anteriormente não será muito difícil prever o que irá acontecer a esse gás durante a subida em altitude. Os



gases irão expandir-se e, quando a expansão for suficiente sairão normalmente do corpo através da boca ou do ânus. A expansão dos gases desta forma normalmente não causa problemas, no entanto algumas pessoas poderão sofrer de uma sensação de inchaço e dores abdominais, Haines (1990).

#### *2.6.4.5 Decolagens noturnas e o problema da ilusão do falso subir*

Muitos pilotos relatam a ocorrência de ilusões de falsa subida ou de ilusões na aproximação com a pista durante o procedimento de pouso. Alguns aviões foram destruídos, muitos pilotos e passageiros morreram devido à ilusão da falsa subida. Ao contrário das ilusões na aproximação e pouso, que raramente causam mais do que um mau pouso ou uma aproximação defeituosa. A ilusão da falsa subida é um exemplo clássico das limitações dos nossos sentidos especialmente a visão, o equilíbrio e o tato durante o voo. Esta ilusão ocorre quando o sistema vestibular fornece informações errôneas ao cérebro e não feedback suficiente por parte do sistema ótico para corrigir esse erro, Kenth (1992).

*- As células sensoriais numa posição neutra:*

Para entender a ilusão da falsa subida temos de entender o funcionamento do sistema de equilíbrio do nosso ouvido, o Sistema Vestibular. Existem três canais semicirculares em cada ouvido, um horizontal, um vertical e um frontal.

Cada canal contém pequenos cristais (os otólitos) que ao passarem contra as células nervosas dão ao cérebro informação relativa à posição da cabeça, Kenth (1992).

*- As células nervosas quando a cabeça está inclinada:*

Quando a cabeça está inclinada, a gravidade atua nos cristais que fazem com que os pêlos sensores se inclinem e estimulem as células nervosas. As células nervosas enviam então os impulsos nervosos ao cérebro que utilizam as informações dos sensores para calcular a posição da cabeça. Este processo é muito rápido e ocorre com frequência e sem esforço consciente. Este processo garante o nosso equilíbrio e é de um modo geral muito eficiente. O sistema também se encontra ligado aos olhos e fazem com que estes se mantenham fixos num objeto enquanto a cabeça se move, Kenth (1992).

*- Aceleração linear atuando no sistema vestibular sem aceleração da gravidade:*

O sistema vestibular é também sensível à aceleração em linha reta. É esta influência que leva à ilusão. Como no caso da gravidade a aceleração linear atua nos cristais e faz com que os pelos sensoriais se inclinem.

- *O efeito combinado da aceleração linear e da força da gravidade no sistema vestibular:*

É esta força resultante que os nervos realmente sentem. A ilusão da falsa subida surge porque o homem evoluiu num ambiente em que a gravidade é a principal força que atua no nosso sistema vestibular. Estamos habituados a interpretar constantemente sinais indicando a posição da nossa cabeça. O nosso cérebro não está preparado para considerar se há ou não acelerações lineares atuando no corpo. Quando outras forças, além da gravidade atuam no nosso corpo, normalmente durante um período curto de tempo, (como quando corremos ou saltamos) o cérebro não utiliza os sinais do sistema vestibular. Na maior parte das atividades do dia-a-dia o cérebro obtém a maior parte da informação acerca do equilíbrio através dos olhos. Geralmente a informação dada pelos olhos sobrepõe-se á dada pelos outros órgãos. Na ausência de informações suficientes provenientes dos olhos e, estando na presença de acelerações adicionais em linha reta, o cérebro pode fazer estimativas erradas acerca da posição da cabeça, Kenth (1992).

O conjunto da aceleração linear com a aceleração da gravidade pode fazer com que o cérebro tenha a mesma sensação que teria estando parado coma a cabeça inclinada. Este é o mecanismo básico por detrás da ilusão, a aceleração em linha reta para frente faz com que o cérebro conclua erroneamente que a cabeça está inclinada para trás, Kenth (1992).

Agora vamos ver o que se passa durante uma decolagem numa noite escura. Quando a aeronave está alinhada à pista a gravidade é a única força que atua no sistema vestibular. O cérebro é informado de que a cabeça está neutra e, esta informação é confirmada pela informação visual das luzes de pista e dos edifícios adjacentes, enfim, não existe nenhum conflito, Kenth (1992).

Uma vez iniciada a decolagem, com o avião em movimento na pista, a aceleração em linha reta começa a atuar no sistema vestibular em conjunção com a força da gravidade, fazendo com que este informe incorretamente o cérebro de que a cabeça está inclinada para trás. No entanto, durante a decolagem o piloto ainda é capaz de ver as luzes de pista, então apesar de existir conflito entre a informação visual e a informação passada pelo sistema vestibular, esta última sobrepõe-se e não ocorre a ilusão. Porém, quando o avião decola, a situação altera-se de forma dramática visto que o piloto deixa de ver as luzes de pista. A gravidade continua a atuar para baixo e a aceleração linear, pode até ter aumentado um pouco quando a aeronave levantou o nariz do solo. A força resultante que atua no sistema vestibular informa o cérebro que a cabeça está ainda mais inclinada para trás. O cérebro sabe, através de sensores nos músculos do pescoço, que este se manteve na mesma posição, deduzindo então que a torção da cabeça se deveu a uma inclinação do avião. Na ausência de informação visual a aceleração do avião em linha reta produz a ilusão de que o nariz do avião se inclinou mais para cima, “a ilusão falsa de subida”, Kenth (1992).

Caso continue a não haver informação visual o piloto sente-se tentado a comandar o avião de forma a baixar o nariz, o que fará com que o avião ainda

acelere mais em linha reta. Este aumento de aceleração irá agravar ainda mais a sensação de subida, criando assim um ciclo vicioso de correções, que terminarão, na pior das hipóteses, com o choque da aeronave no solo. A maioria das pessoas leigas custa a acreditar que um piloto experiente possa se envolver em um acidente por uma razão aparentemente tão fútil, porém a maioria das pessoas não tem noção do quão intensa esta ilusão pode ser. De fato os pilotos chegam a pensar que o seu avião está de nariz completamente na vertical ou mesmo invertido, quando na verdade a aeronave está prestes a se chocar com o solo, Kenth (1992).

## **CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Desenho do estudo**

O presente estudo caracteriza-se por ser de cunho descritivo probabilístico (em razão de cada elemento da população ter a mesma oportunidade de compor a amostra).

Associa-se às chamadas pesquisas de desenvolvimento, isto é, aquelas que se propõe a utilizar, de maneira sistemática, os conhecimentos já fundamentados sobre o assunto, com finalidade de elaborar um novo método ou instrumento de medição, conforme Contrandriopoulos, Champagnhe, Potvin, et al (1997), Cruz (2001).

### **3.2 Caracterização do local de pesquisa**

O presente estudo foi realizado na BAFL - Base Aérea de Florianópolis, localizada em Florianópolis – SC, na Avenida Santos-Dumont, sem número, no período de 23 de abril a 13 de outubro de 2002.

A Base Aérea de Florianópolis, como Organização Militar representante do Ministério da Aeronáutica no Estado de Santa Catarina, possui a missão de apoiar

as unidades aéreas da Força Aérea Brasileira durante as diversas manobras e operações militares reais e de treinamento realizadas nesta região.<sup>5</sup>

A BAFL teve origem do antigo Centro de Aviação Naval, criado a 10 de maio de 1923, para atender às atividades da antiga Aviação Naval. Devido à sua posição geográfica, o antigo Centro foi utilizado como escala pelos pioneiros pilotos franceses Mermoz, Saint-Exupéry e Guillomet em seus vôos transatlânticos - "Efetuados pelo que era denominado Correio do Sul" - transportando correspondências entre o Velho e o Novo Mundo.<sup>5</sup>

Com a criação do Ministério da Aeronáutica em 20 de janeiro de 1941, o Centro de Aviação Naval passou a ser denominado Base Aérea de Florianópolis (BAFL), em 22 de maio do mesmo ano. Em 15 de novembro de 1942 foi criado o 14º Corpo de Base Aérea, a fim de suprir a Base com os elementos necessários ao seu funcionamento. No dia 21 de agosto de 1944 foi classificada como Base Aérea 2ª Classe.<sup>5</sup>

Durante a 2ª Guerra Mundial, duas aeronaves de bombardeio Focke-Wulf 58 "Weihe", dois anfíbios Grumman J4F-2 "Duck" e um Consolidated PBY-5 "Catalina" foram sediados na BAFL e operaram em missões de patrulha marítima e proteção a comboios ao longo da costa sul do Brasil. Os dois primeiros tipos de aeronave não eram os mais adequados àquelas missões, mas certamente contribuíram para a diminuição dos ataques submarinos alemães, pela sua simples presença sobre o mar.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> BASE AÉREA DE FLORIANÓPOLIS. Página oficial da BAFL. Disponível em: <http://www.fab.mil.br/conheca/organizacoes/COMGAR/BAFL/history.htm>

Após a guerra, a Base teve sua designação alterada, no dia 1º de outubro de 1947, para Destacamento de Base Aérea de Florianópolis. Finalmente, a 30 de dezembro de 1970, passou a ter a sua designação atual.<sup>5</sup>

De 20 de janeiro de 1972 a 30 de janeiro de 1981 a BAFL sediou o Esquadrão "Pelicano", que atualmente se encontra sediado na Base Aérea de Campo Grande, no Estado do Mato Grosso do Sul.<sup>5</sup>

No dia 15 de fevereiro de 1982 foi ativado o 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL. Subordinado operacionalmente à II Força Aérea, com sede no Rio de Janeiro, o Esquadrão "Phoenix" - dotado de aeronaves EMB-111 P-95B "Bandeirante Patrulha" - tem como atribuição o cumprimento das missões de Patrulha Marítima, vôos de busca em naufrágios e patrulha do mar territorial contra a pesca predatória desde o Chuí, no Rio Grande do Sul, até o Espírito Santo, cobrindo uma área de mais de 600.000 Quilômetros Quadrados de mar territorial. O Esquadrão também utiliza marcadores pirotécnicos ao localizar barcos perdidos ou que se encontrem em perigo.

### **3.3 Organização administrativa da FAB**

De acordo com Liguori e Liguori 2002, a Força Aérea Brasileira (FAB) é coordenada pelo Comando da Aeronáutica (COMAER) com sede em Brasília - DF,

---

<sup>5</sup> BASE AÉREA DE FLORIANÓPOLIS. Página oficial da BAFL. Disponível em: <http://www.fab.mil.br/conheca/organizacoes/COMGAR/BAFL/history.htm>



através de comandos gerais, departamentos, diretorias e secretarias que administram e controlam as diversas áreas de sua atuação.<sup>6</sup>

Um dos comandos gerais, o Comando Geral do Ar (COMGAR) com sede em Brasília - DF, coordena as atividades operacionais, de emprego e de treinamento da FAB.<sup>6</sup>

O COMGAR é composto por Comandos Aéreos Regionais e Forças Aéreas. O Comando Aéreo Regional que é responsável pelo 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL (Phoenix) da Força Aérea Brasileira (FAB) é o Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR) com sede em Porto Alegre - RS. Sua jurisdição é: Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.<sup>6</sup>

### **3.4 Situação de investigação**

No 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL (Phoenix) da Força Aérea Brasileira (FAB), são realizados constantes treinamentos e missões com aeronaves P-95 B denominados também como "Bandeirante Patrulha" ou simplesmente "Bandeirulha". Basicamente são executados oito tipos de missões rotineiras padronizadas, denominadas da seguinte maneira: I. Adaptação e Readaptação Diurna; II. Adaptação e Readaptação Noturna; III. Instrumento Avançado; IV. Vôo de Formatura; V. Navegação; VI. Lançamento de Foguetes; VII. Busca e Salvamento VIII. Controle aéreo, esclarecimento, patrulha e

---

<sup>6</sup> COMGAR (Comando Geral do Ar). Página oficial do COMGAR. Disponível em: <http://www.fab.mil.br/COMGAR/>

inteligência eletrônica. São realizados também outros tipos de missões, porém são raras, portanto, não passíveis de serem consideradas rotina do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL. Segue uma descrição breve e sintética das principais atividades desenvolvidas pelos pilotos do Esquadrão fornecido pelo setor responsável pela segurança de voo do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL.<sup>7</sup>

### 3.4.1 Adaptação e Readaptação Diurna

Procedimento de rotina realizado pelo menos a cada 30 dias, por todos os pilotos do Esquadrão. Tem por objetivo garantir que todos os pilotos nunca excedam um período de 30 dias sem realizar suas funções de piloto, esse período é considerado o tempo máximo, para que um piloto fique sem voar e mantenha suas faculdades de voo integras. Nesse tipo de voo são efetuadas manobras básicas de voo, tais como:

- *Pouso com diversas configurações de trem e flap*: manobra que requer uma preparação prévia realizada através de um estudo teórico realizado no briefing antes do voo, exige do piloto uma boa percepção do meio e uma boa interação psicomotora;
- *Voo monomotor*: manobra que exige bastante força física nas pernas, uma vez que a ausência do motor é compensada pelos ailerons que são

---

<sup>7</sup> Informações colhidas no setor de segurança de voo da BAFL

comandados por pedais no P-95 B, tal procedimento é adotado para compensar a ausência de um dos motores. Também é necessária muita concentração nos procedimentos normais de vôo. O piloto deve manter o vôo da aeronave estável apesar da pane simulada um de seus motores, juntamente com os procedimentos específicos para esta situação;

- *Procedimentos de vôo por instrumentos*: requer concentração e boa interação psicomotora para a realização das manobras com precisão.

É considerada pelos pilotos como sendo uma missão simples e rotineira.<sup>7</sup>

### 3.4.2 Adaptação e Readaptação Noturna

Neste vôo são treinadas as mesmas manobras que o anterior, porém no período noturno. Esse tipo de Missão requer maior concentração do piloto e a quantidade de verificações a serem realizadas é maior, requisitando uma maior atenção por parte do piloto, quando comparado a Missão de Adaptação e Readaptação Diurna.<sup>7</sup>

### 3.4.3 Instrumento Avançado

---

<sup>7</sup> Informações colhidas no setor de segurança de vôo da BAFL

Nessa Missão são treinados diversos procedimentos de vôo por instrumentos em diferentes situações de posicionamento da aeronave em relação aos pontos fixos de navegação. Desse modo, tal procedimento requer uma alta taxa de raciocínio em um pequeno intervalo de tempo. Também são simulados pane de um dos motores da aeronave, exigindo dessa forma um grande esforço físico por parte do piloto e verificações particulares requisitadas pelo vôo monomotor, mantendo-se sempre o perfil normal do tráfego.<sup>7</sup>

#### 3.4.4 Vôo de Formatura

O vôo de formatura pode ser realizado com duas ou três aeronaves em formação, ou seja, voando próximas uma das outras em uma posição fixa no espaço.

Este vôo é extremamente cansativo, pois, para se manter a posição em relação à outra aeronave o piloto deve utilizar os comandos de vôo e de motor continuamente. Como a aeronave é bastante estável, os comandos tornam-se muito pesados.<sup>7</sup>

Esse tipo de procedimento exige que o piloto raciocine e tome decisões vitais em frações de segundo, tendo em vista as mudanças bruscas e inesperadas de velocidade e posicionamento que a sua aeronave e as aeronaves ao seu redor apresentam.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Informações colhidas no setor de segurança de vôo da BAFL

### 3.4.5 Navegação

Nesse tipo de procedimento são realizadas viagens com tempo de duração variado. Normalmente são vôos tranquilos, com comunicações freqüentes entre o piloto e o controle de tráfego aéreo, por essa razão o piloto não deve perder sua concentração durante o vôo.

As situações de maior estresse são os procedimentos de pouso e decolagem, podendo ser efetuados de maneira visual ou instrumental, sendo colocado em prática os procedimentos treinados durante as missões de Adaptação e Readaptação.<sup>7</sup>

### 3.4.6 Lançamento de Foguetes

O lançamento de foguetes é realizado dentro de um perfil de tráfego aéreo quadrado e restrito, podendo ser efetuado com duas ou mais aeronaves. As mudanças no comportamento da aeronave são bruscas e constantes, impondo ao piloto da aeronave um grande esforço físico.<sup>7</sup>

O vôo e as manobras são realizados em baixa altitude e com o ar-condicionado da aeronave desligado, o que acaba por determinar um maior desgaste físico aos ocupantes do aparelho.<sup>7</sup>

---

O piloto deve manobrar a aeronave com a máxima precisão e destreza possível, facilitando o acerto ao alvo.<sup>7</sup>

### 3.4.7 Busca

Esse tipo de missão engloba a busca de embarcações ou náufragos perdidos em alto mar. Normalmente são vôos de longa duração (até 06:00 horas), seguindo-se um padrão de tráfego e rota que deve ser planejado antes da decolagem.

Como são vôos de última hora, o co-piloto termina o trabalho de planejamento de rota e tráfego durante o próprio vôo. A tripulação deve se concentrar ao máximo na localização da embarcação e/ou náufrago, o que se torna bastante cansativo em vôos com mais de 4 horas de duração.<sup>7</sup>

### 3.4.8 Controle aéreo, esclarecimento, patrulha e inteligência eletrônica

Assim como os vôos da missão de busca, esses também são vôos de longa duração (de 04:00 horas até 06:30 horas), onde são seguidos rígidos procedimentos operacionais e de comunicação, os quais prescrevem um estudo prévio das instruções de vôo e é exigido concentração durante a execução da missão, a fim de evitar erros.

---

<sup>7</sup> Informações colhidas na BAFL (Base Aérea de Florianópolis)

A parte da pilotagem propriamente dita não requer muito esforço, com exceção do pouso que pode ser realizado em condições de mau tempo. Nesse tipo de missão a cooperação mútua entre o piloto e o co-piloto é fundamental para o bom transcorrer das operações.<sup>7</sup>

Daqui por diante, quando nos referirmos a esse tipo de voo no presente estudo, utilizaremos apenas a expressão “Voo de controle aéreo e esclarecimento”.

### **3.5 O P-95 B (Bandeirante Patrulha)**

Versão do Bandeirante para patrulhamento marítimo, o P-95 "Bandeirulha" veio ocupar inteligentemente uma lacuna na aviação moderna. Seu desempenho é superior ao do avião que lhe deu origem, em razão dos motores PT-6A-34 e dos tanques de ponta de asa que lhe proporcionaram um aumento de autonomia. Equipado com um potente aparelho de radar localizado no “nariz” da aeronave, e pontos “duros” sob as asas para o lançamento de foguetes, conta também com faróis de longo alcance destinados à busca e patrulhamento noturnos. Os “Bandeirulhas” patrulham a costa, executam a identificação e o controle do tráfego mercante e se adestram em operações de busca e salvamento.

---

<sup>7</sup> Informações colhidas no setor de segurança de voo da BAFL

<sup>7</sup> Informações colhidas no setor de segurança de voo da BAFL

A primeira versão do “Bandeirante Patrulha” era designada como “P-95A” apelidado de “Bandeirulha”, apresenta um radar proeminente no bico da aeronave utilizado como ferramenta auxiliar nas missões de patrulhamento, que somados aos tanques de ponta de asa lhe dão uma característica física singular. Pintado com as cores do 1º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da Base Aérea de Salvador na Bahia (Orungan) da Força Aérea Brasileira (FAB), que hoje não utiliza mais tal versão.

A segunda versão do “Bandeirulha” é a designada como “P-95B”, e é utilizada no 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da Base Aérea de Florianópolis (Phoenix) da Força Aérea Brasileira (FAB) que executa missões de patrulhamento do litoral sul até os dias atuais.

### 3.5.1 Características do P-95B

Algumas das características particulares do “Bandeirulha” P-95B são apresentadas a seguir; essas características foram obtidas a partir de um relato pessoal do Tenente Gil Lima e Silva, piloto responsável pelo setor de segurança de voo do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL:

“O P-95B apresenta excelente estabilidade nos três eixos, tendo como consequência direta à necessidade do uso de muita força nos comandos para



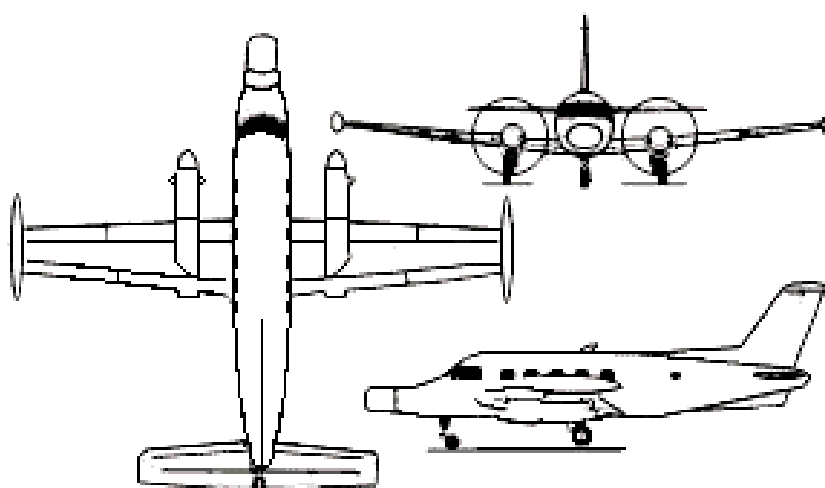
sobrepular as forças envolvidas, já que o equipamento não dispõe de comandos hidráulicos ou eletro-hidráulicos”.

“Os motores e a eletrônica embarcada geram um elevado nível de ruído interno em qualquer regime de potência, sendo sentido mesmo com o uso de protetores auriculares. Durante o voo é sentida uma vibração moderada em qualquer regime de potência”.

“As poltronas possuem ajustes de afastamento e altura, garantindo posições adequadas para o voo. Essa aeronave não conta com pressurização, ou seja, acima de 8000ft e dependendo da duração do voo os pilotos começam a sentir os sintomas da hipóxia, tais como: letargia, cansaço, diminuição dos reflexos e visão em tunelamento”.

“A inércia que atua na aeronave é de moderada intensidade, ou seja, após a aplicação dos comandos, é requisitado ao piloto uma pequena antecipação dos comandos a serem executados de modo a trabalhar as atitudes de voo com precisão em virtude do fator inercial”.

Figura 3: Desenho Técnico do P-95B



Fonte: Site da EMBRAER (2002)

Figura 4: Imagens do P-95B do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL



Fonte: BAFL

Quadro 2: Ficha Técnica do P-95B

FICHA TÉCNICA	
<b>País de origem:</b>	Brasil
<b>Fabricante:</b>	Embraer
<b>Tipo:</b>	Avião de Patrulha
<b>Motores:</b>	2 (Pratt & Whitney, Canadá PT6A-34, turboélice de 750 SHP)
<b>Desempenho</b>	-
<b>Velocidade máxima:</b>	230 nós, cerca de 420 km/h
<b>Vel. máx. cruzeiro:</b>	393 km/h
<b>Alcance:</b>	2 .703 km
<b>Peso</b>	-
<b>Vazio:</b>	5.150 kg
<b>Peso máx. decolagem:</b>	7.000 kg
<b>Dimensões</b>	-
<b>Envergadura:</b>	15,95 m
<b>Comprimento:</b>	14,91 m
<b>Altura:</b>	4,83 m
<b>Área de asa:</b>	29,1 m <sup>2</sup>
<b>Tripulação:</b>	5
<b>Armamento:</b>	4 "pylons" para foguetes sob as asas
<b>Operadores:</b>	Brasil, Argentina, Chile e Gabão

<b>Observação:</b>	A Argentina somente utilizou o EMB 111 durante a Guerra das Malvinas, em 1982.
--------------------	--

Fonte: Site da EMBRAER (2002)

### 3.6 População

A população estudada ( $n = 15$ ) foi composta de forma casual simples, através de uma reunião realizada com o comando e todos os pilotos do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, realizada às 10:00 horas do dia 03 de Julho de 2002, no auditório do hangar principal da BAFL.

Ao todo, 19 pilotos fazem parte do referido Esquadrão, porém, alguns dos seus integrantes estavam de folga, ou realizando atividades externas à BAFL, nessa data, excluindo-os dessa forma da população estudada. A população ( $n = 15$ ) foi composta de sujeitos do sexo masculino, com idade média de 28,26 anos (Tabela 1).

### 3.7 Procedimentos de pesquisa

#### 3.7.1 Consultas às fontes bibliográficas

Após um levantamento da literatura disponível em Bibliotecas e Revistas especializadas em aviação, partiu-se para consulta em bases de dados nacionais e internacionais e no *world wide web*.

### 3.7.2 Instrumento de coleta de dados

Para a realização da coleta de dados, optou-se pelo uso do método subjetivo conhecido como NASA – TLX (Versão 1.0 - Lápis e Papel), traduzido pelo pesquisador para o Português.

Segundo Meshkati, Hancock e Rahimi (1992), o NASA-TLX é uma das escalas de opinião mais úteis, apresenta um consistente nível de sensibilidade nas tarefas que apresentam componentes cognitivos e perceptivos, é uma escala fácil de ser compreendida e utilizada.

Estudos de Hendy, Hamilton e Landry (1993) demonstraram a grande eficiência e praticidade do NASA-TLX, como método Multidimensional, quando comparado a outros métodos unidimensionais precedentes a ele.

De acordo com Wierwille, Rahimi e Casali (1985) e Wierwille e Casali (1983), o NASA – TLX é um ótimo método quantitativo de acesso, à carga mental de trabalho presente em diversos postos de trabalho.

O NASA – TLX é um procedimento de taxa multidimensional que provê uma pontuação global da carga de trabalho baseada na média ponderada da avaliação de seis demandas: Exigência Mental, Exigência Física, Exigência Temporal, Performance, Nível de Esforço total e Nível de Frustração.

Cada uma dessas demandas apresenta uma definição particular a fim de caracterizá-la de forma uniforme e padronizada para o sujeito. Antes de se realizar a aplicação do instrumento em si, devemos nos certificar de que o sujeito esteja bem familiarizado com cada uma das demandas. As demandas são apresentadas ao sujeito em uma folha de definição de demandas antes da aplicação do instrumento, o pesquisador deve se certificar de que os sujeitos pesquisados tenham compreendido as demandas, e possa reconhecê-las em seu ambiente laboral. As demandas e suas posteriores definições encontram-se listadas a seguir:

- **Exigência Mental:** Quanto de atividade mental ou de percepção foi exigido para a execução da tarefa (Ex: pensando, escolhendo, calculando, lembrando, olhando, pesquisando, etc.)?
- **Exigência Física:** Quanto de atividade física essa tarefa exigiu (Ex: empurrando, puxando, virando, controlando, ativando, carregando, etc.)? A tarefa foi fácil ou difícil, lenta ou rápida, facilmente realizada ou vigorosa, tranqüila ou agitada?
- **Exigência Temporal:** Quanta pressão de tempo você sofre com relação ao tamanho da tarefa pelo tempo de execução? Quanta pressão você sente com relação ao ritmo cobrado para a execução dessa tarefa? O ritmo foi lento e ocioso ou rápido e frenético?

- **Performance:** Qual o seu nível de satisfação quando você desempenha a sua tarefa com a melhor performance possível?
- **Nível de Esforço Total:** Quanto de esforço total você empenhou para a execução da sua tarefa? Você executa a tarefa com facilidade, quase automaticamente, com o mínimo esforço físico e mental? Ou necessita raciocinar e executá-la com calma, com muito esforço?
- **Nível de Frustração:** Qual o seu nível de desencorajamento, desmotivação, irritação, estresse, sentimento de desvalorização que você sente enquanto executa essa tarefa?

De acordo com o manual do NASA-TLX (1986), uma versão similar, conhecida como NASA Ames, foi produzida anteriormente pelo *Human Performance Research Group* do *NASA-Ames Research Center*. Tal versão possuía nove demandas e havia sido projetado com o intuito de reduzir a variabilidade da taxa pelo uso de uma carga de trabalho a priori. Essa técnica foi bem sucedida no que se refere à redução da variabilidade da taxa, provendo informações de diagnóstico sobre a magnitude de diferentes fontes de carga. Então, sua sensibilidade para manipulações experimentais, foi a melhor encontrada entre outras populares técnicas de avaliação global da carga de trabalho, porém ainda não foi considerada a mais eficaz. Durante o cálculo dos resultados percebeu-se que nove demandas eram excessivas, fazendo com que o instrumento fosse impraticável em uma simulação ou em um ambiente

operacional. Logo, algumas demandas foram consideradas irrelevantes com relação às cargas de trabalho ou até mesmo redundantes.

Por essas razões o NASA – TLX foi criado, algumas das demandas da versão anterior foram revisados ou combinados, outras retiradas e duas novas demandas foram adicionadas. Três dimensões acabam por relatar as exigências impostas ao sujeito (Mental, Física e Demanda Temporal) e três na relação entre o sujeito e a sua tarefa (Esforço, Frustração e Realização), determinando dessa maneira o caráter multidimensional do NASA - TLX.

Embora seja claro que as definições de carga de trabalho variem entre as tarefas e os sujeitos, foram encontradas as fontes específicas das cargas impostas nas diferentes tarefas. Assim, esta versão do TLX combina as avaliações das demandas que foram ponderadas de acordo com sua importância subjetiva para a taxa em uma tarefa específica.

O grau que cada uma das demandas contribui para a carga de trabalho numa dada tarefa pode ser determinado pela perspectiva das taxas. Essa “taxa” é determinada a partir de um valor numérico, esse valor é determinado a partir de uma folha que contém as 6 demandas, sendo que cada uma delas apresenta uma escala graduada sem valores numéricos, sendo assim, o sujeito marca a magnitude que determinado fator contribuiu para a formação da carga em determinada tarefa.

Cada escala apresenta uma linha de 5 cm dividida em 20 partes iguais ancoradas em descrições bipolares (Baixa e Alta). Se o sujeito marcar entre duas

marcas, o valor levado em consideração é o da direita. As escalas das Taxas apresentadas aos sujeitos encontra-se apresentada a seguir:

### ESCALA DAS TAXAS

EXIGÊNCIA MENTAL

Baixa  Alta

EXIGÊNCIA FÍSICA

Baixa  Alta

EXIGÊNCIA TEMPORAL

Baixa  Alta

PERFORMANCE

Alta  Baixa

NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL

Baixa  Alta

NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO

Baixa  Alta



O “peso” que cada demanda apresenta para a carga é obtido através de uma segunda folha, onde são apresentados 15 pares de demandas combinadas (todas as combinações possíveis das demandas avaliadas são apresentadas aos sujeitos), esses pares são apresentados na forma de cartões (cada cartão contém um par) contidos em um envelope lacrado. O sujeito deve escolher a demanda que apresenta a maior contribuição em peso para a carga de trabalho, que ele operador experimentou durante a execução da tarefa em questão. Sendo assim, cada demanda poderia ser selecionada desde nenhuma vez ou até cinco vezes. A seguir, são apresentados os 15 pares de demandas:

<b>NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL OU PERFORMANCE</b>	<b>EXIGÊNCIA TEMPORAL OU NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO</b>
<b>EXIGÊNCIA TEMPORAL OU NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL</b>	<b>EXIGÊNCIA FÍSICA OU NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO</b>
<b>PERFORMANCE OU NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO</b>	<b>EXIGÊNCIA FÍSICA OU EXIGÊNCIA TEMPORAL</b>
<b>EXIGÊNCIA FÍSICA OU PERFORMANCE</b>	<b>EXIGÊNCIA TEMPORAL OU EXIGÊNCIA MENTAL</b>
<b>NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO OU NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL</b>	<b>PERFORMANCE OU EXIGÊNCIA MENTAL</b>
<b>PERFORMANCE OU EXIGÊNCIA TEMPORAL</b>	<b>EXIGÊNCIA MENTAL OU NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL</b>
<b>EXIGÊNCIA MENTAL OU EXIGÊNCIA FÍSICA</b>	<b>NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL OU EXIGÊNCIA FÍSICA</b>

<b>NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO OU EXIGÊNCIA MENTAL</b>	
--	--

As taxas e os pesos de cada demanda são obtidos após o sujeito ter efetuado a tarefa ou parte dela. As demandas que apresentam um maior peso na origem da carga de trabalho para uma dada tarefa, apresentarão um maior peso na computação da pontuação da carga de trabalho global, dessa forma então, dando um implemento em sensibilidade à escala.

Os “taxas” e “pesos” podem não covariarem. Por exemplo: é possível colocar demandas mentais como fontes primárias de cargas de uma tarefa, mesmo que a taxa da exigência mental seja baixa.

Ao final do procedimento é calculada a taxa global ponderada da carga do sujeito, essa taxa global ponderada é obtida através do somatório de todos os pesos multiplicados pelas taxas de todas as demandas, esse valor final é dividido por 15, oferecendo o valor final da taxa global ponderada. A seguir, apresenta-se a folha de ponderação das taxas globais:

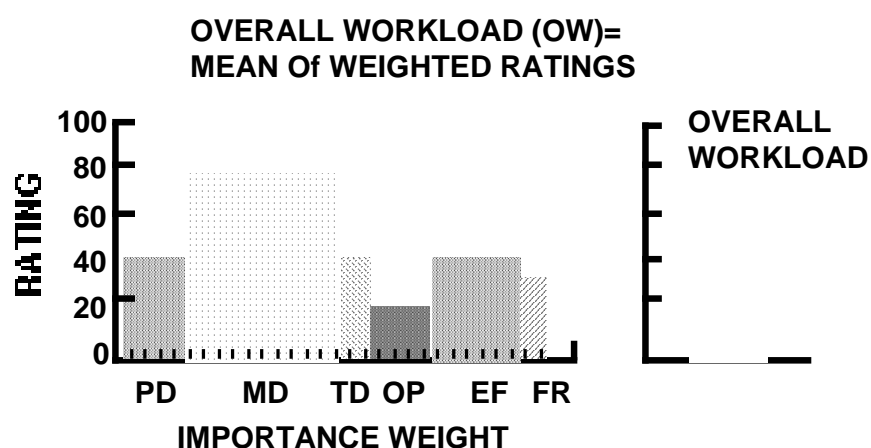
Sujeito ID:\_\_\_\_\_ Idade:\_\_\_\_\_ Experiência:\_\_\_\_\_

<b>FOLHA DE PONDERAÇÃO DAS TAXAS</b>			
<b>Título da Escala</b>	<b>Peso</b>	<b>Taxa</b>	<b>Ajuste (Peso X Taxa)</b>
EXIGÊNCIA MENTAL			
EXIGÊNCIA FÍSICA			
EXIGÊNCIA TEMPORAL			
PERFORMANCE			
NÍVEL DE ESFORÇO TOTAL			
FRUSTRAÇÃO			

<b>SOMATÓRIO</b>		
------------------	--	--

TAXA GLOBAL PONDERADA (Soma dos Ajustes dividida por 15 =

Também é determinado o traçado de um gráfico que representa as taxas os pesos e o valor da taxa global ponderada. A seguir é apresentado o traçado do gráfico realizado após a aplicação do NASA-TLX:



O Eixo “x” apresenta os pesos (Que oscilam entre “0 e 5”) e o eixo “y” apresenta as taxas (Que variam de “0 a 20”).

De uma maneira resumida, podemos apresentar a aplicação do NASA-TLX em um sujeito qualquer da seguinte maneira: primeiramente apresentamos as definições das seis demandas ao sujeito, esclarecemos qualquer dúvida que possa ocorrer, e nos certificamos de que o sujeito tenha tomado consciência da existência dessas demandas em seu trabalho. A segunda etapa vem logo após o

sujeito ter familiarizado-se com as demandas, então é apresentada a folha que apresenta as escalas não numéricas associadas as 6 demandas, o sujeito é instruído a marcar com o lápis o nível da escala que determinada demanda contribui para a carga de trabalho da tarefa em questão. Na terceira etapa, apresenta-se ao sujeito os 15 pares de demandas combinadas contidas em um envelope, o sujeito deverá escolher uma demanda dentro de cada par, a demanda marcada deve ser a que mais pesa em termos de carga de trabalho na dada tarefa, sempre dentro daquele par isoladamente. Com esses dados em mão, realiza-se a ponderação dos dados com a folha de ponderação. Nessa etapa as escalas não numéricas (Taxas) são numeradas de “0 à 20” e os valores obtidos em cada uma das seis demandas são transportados para a folha de ponderação, a seguir são marcadas as vezes que cada demanda foram selecionadas nos pares (Pesos). Segue-se com as multiplicações, somas e produtos realizadas na folha de ponderação, até chegar-se ao valor da *“Taxa Global da Carga de Trabalho”*.

### 3.7.3 Adaptações realizadas no instrumento

Após ter sido determinada a população de estudo, partiu-se para a busca do instrumento de coleta de dados denominado NASA-TLX que foi localizado junto ao *Human Systems Information Analysis Center* da NASA, sendo posteriormente adquirido em sua versão papel e lápis (uma vez que a versão

informatizada não se encontrava disponível) pelo Laboratório de Psicologia do Trabalho e Ergonomia da UFSC – PSITRAB e enviado via FEDEX.

Seguiu-se com a leitura do manual do método em inglês, para a sua posterior tradução. Ao fim da tradução literal, efetuaram-se algumas adaptações lingüísticas a fim de facilitar a compreensão das demandas e do método em si.

Após os primeiros contatos com o comando da BAFL, foram realizadas mais algumas adaptações no instrumento, tais modificações tiveram o intuito de melhorar a linguagem, de maneira que as demandas e a sua folha de descrição tornassem-se o mais simples e acessível possível aos pilotos do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação.

Por fim, após uma reunião com todos os pilotos e o comando do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL e o pesquisador, foi criado um formulário de vôo, que fornece informações básicas a respeito da missão realizada pelos pilotos, informações tais como, tipo de vôo, função do participante, etc. **(Apêndice)**. Esse formulário foi anexo as demais folhas do instrumento de coleta de dados e entregue aos pilotos ao fim do vôo realizado.

### 3.7.4 Desenvolvimento do estudo de campo

Definidos o tema de estudo e o seu objetivo principal, partiu-se para campo a fim de viabilizar-se a aplicação do NASA-TLX nos pilotos do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL.

No dia 23 de Abril de 2002 foi realizado o primeiro contato entre o pesquisador e o Tenente Coronel Amaro, responsável pelo comando do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, nessa data foi entregue o projeto de estudo. Tal projeto deveria passar pelo Centro de Psicologia da Aeronáutica no Rio de Janeiro e se aprovado por este, posteriormente ser analisado pelo Comando da Força Aérea em Brasília.

No dia 06 de Junho foi dado o parecer positivo do Comando da Força Aérea em Brasília, dessa data em diante passaram a ser realizados contatos regulares com o comando da BAFL, representada pelo Tenente Marcelo Lemos Reis, que passou a auxiliar no trabalho de adaptação das definições das demandas do instrumento NASA-TLX ao contexto operacional dos pilotos do Esquadrão.

Agendou-se uma reunião entre o pesquisador, o comando do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL e todos os pilotos, essa reunião ficou marcada para o dia 02 de Julho de 2002. Nessa reunião foram apresentadas as metas do estudo juntamente com as definições das demandas que seriam utilizadas, também foram discutidas algumas questões pertinentes a operacionalidade do método, e por fim, foi efetuada uma aplicação do método em uma situação hipotética de vôo de adaptação e readaptação diurna.

### 3.7.5 Aplicação do instrumento em campo

A coleta de dados foi realizada no período compreendido entre o dia 02 de julho de 2002 até 13 de outubro de 2002. Após a primeira aplicação realizada no dia 02 de Julho, todos os vôos efetuados pelos pilotos do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL foram submetidos ao NASA-TLX, ao todo, foram coletados 39 aplicações do NASA-TLX em situações reais de operação, porém, apenas 31 puderam ser utilizados, 9 delas foram realizados pelos 4 sujeitos que não estavam presentes na reunião do dia 02 de Julho, inviabilizando assim o uso dessas aplicações, haja vista que não participaram da reunião que explicou o funcionamento do instrumento e o correto significado de cada demanda avaliada.

Ao término do vôo, o Piloto e o Co-Piloto (quando era o caso) recebiam do responsável técnico pelo vôo, um envelope que continha 4 folhas contendo respectivamente: o formulário de vôo (**Apêndice**), a explicação das demandas, a folha das taxas e o envelope com os cartões de pares. Periodicamente esses envelopes iam sendo entregues ao pesquisador, a fim de serem analisados e sistematizados no presente estudo.





## **CAPÍTULO 4: SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo, apresentamos e discutimos os resultados de forma sistematizada, utilizando quadros, tabelas e gráficos como recursos, facilitando assim a compreensão do leitor. Ao todo, são apresentados nesse capítulo seis quadros, vinte tabelas e dezoito gráficos. As **Tabelas 2 e 3** apresentam informações gerais que dizem respeito aos dados pessoais, tempo de operação e distribuição da população por tipo de voo e função de cabine de comando. As **Tabelas 4 até 15** e os **Quadros 4 até 7** apresentam dados relativos as cargas mentais de trabalho globais e suas médias relacionadas aos tipos de voo e funções de cabine de comando. Os gráficos apresentados nas **Figuras 5 até 13** apresentam os gráficos do NASA-TLX construídos com as médias dos pesos e taxas, das demandas para cada função desempenhada pelo sujeito na cabine de comando. As **Figuras 15 até 21** apresentam gráficos do NASA-TLX, construídos com os dados do participante que realizou o maior número de voos iguais, tanto como Piloto, Co-Piloto ou exercendo as funções de Piloto e Co-Piloto num mesmo voo.

### **4.1 Variáveis relacionadas ao perfil geral da população e aos aspectos da carga mental de trabalho em situação hipotética**

Na **Tabela 1** podemos verificar as idades, o tempo de experiência, o número de voos realizados e o valor da taxa global da carga de trabalho obtidas

durante a primeira aplicação do NASA-TLX nos quinze indivíduos que constituíram a população estudada. Essa taxa representa a carga global de trabalho em uma situação hipotética de vôo de Adaptação e Readaptação Diurna. Observamos também as médias e os Desvios padrões de cada um desses itens, a média de idade ficou em 28,26 anos com desvio padrão de 5,25 demonstrando uma população jovem, apenas 1/3 da população apresentava idade igual ou superior a 30 anos. O tempo médio de experiência como piloto de avião foi de 9,26 anos com desvio padrão de 5,10 demonstrando uma larga experiência dos componentes da população com relação a tarefa estudada.

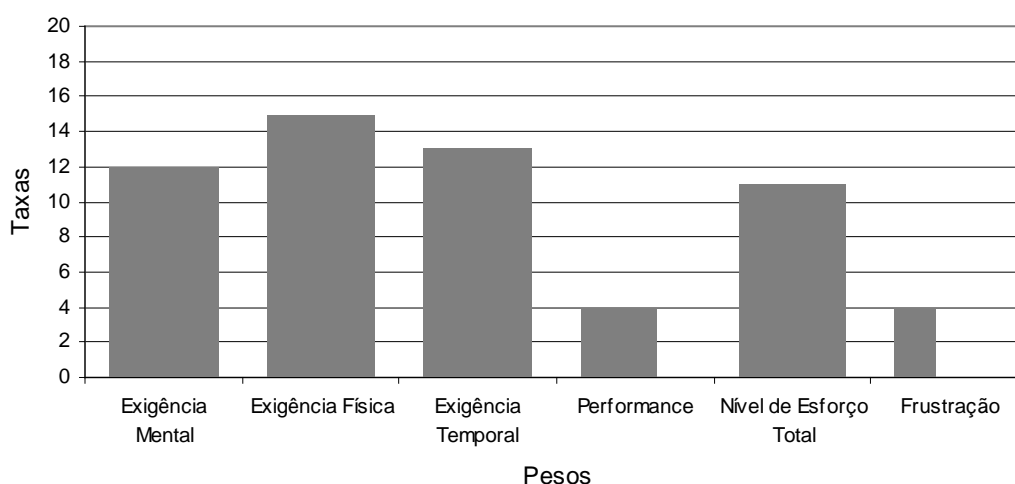
Tabela 1: Distribuição das cargas de trabalho globais, pelos sujeitos, verificadas na aplicação em situação hipotética de um vôo de Adaptação e Readaptação Diurna (n =15)

<b>Sujeito</b>	<b>Idade</b>	<b>Experiência</b>	<b>Vôos</b>	<b>Carga Global</b>
P 1	34	13	2	12,26
P 2	24	6	1	13,53
P 3	23	5	2	7,2
P 4	25	6	1	9,2
P 5	23	5	2	9,13
P 6	26	8	7	11,53
P 7	26	7	1	11,93
P 8	31	9	3	7,66
P 9	25	5	1	11,2
P 10	30	10	4	16,46
P 11	31	13	2	12,8
P 12	28	10	1	12,4
P 13	25	7	1	9,66
P 14	30	10	3	8,46
P 15	43	25	0	13,46
<b>DP</b>	<b>5,25</b>	<b>5,10</b>	<b>1,70</b>	<b>2,54</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>28,26</b>	<b>9,26</b>	<b>2,13</b>	<b>11,125</b>

Na **Figura 5** verificamos o gráfico gerado pela sistematização dos pesos e taxas coletados pela aplicação do instrumento NASA-TLX, sendo que os pesos se apresentam no eixo “x”, podendo variar de 0 a 5 colunas, e as taxas no eixo “y”, variando de 0 à 20. Neste é apresentado uma área determinada a partir da multiplicação dos pesos pelas taxas, que graficamente corresponde a área visível nos gráfico do TLX. Esse gráfico foi obtido pela média dos pesos e taxas obtidos através da primeira aplicação do NASA-TLX na população em uma situação hipotética de voo.

Verificamos que a demanda que apresenta a maior área no gráfico, ou seja, a maior contribuição para a formação da taxa global de carga foi a exigência física, a menor contribuição ficou por conta da frustração.

Figura 5: Gráfico da média (n = 15) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX sem a realização prévia de um voo (Taxa Global Média =11,12)



## 4.2 Variáveis relativas aos tipos de vôos e as funções de cabine

Tabela 2: Distribuição da frequência e percentual de vôos efetuados por seu respectivo tipo

<b>Vôo Realizado</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
Adaptação e Readaptação Diurna	1	3,2
Adaptação e Readaptação Noturna	-	-
Instrumento Avançado	1	3,2
Vôo de Formatura	-	-
Navegação	10	32,2
Lançamento de Foguetes	-	-
Busca e Salvamento	7	22,6
Controle Aéreo	11	35,6
Outros	1	3,2
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>

A **Tabela 2** demonstra a frequência e percentual de realização de vôos por cada uma das nove categorias de vôo existentes, três deles não foram executados no período da pesquisa (Adaptação e Readaptação Noturna; Vôo de Formatura e Lançamento de Foguetes). Os vôos que tiveram a maior frequência e percentual de execuções foram os vôos de Controle aéreo e esclarecimento ( $f = 11$  - 35,6%) e Navegação ( $f = 10$  - 32,2%).

Tabela 3: Distribuição da frequência e percentual dos sujeitos pelos tipos de vôos efetuados e as funções desempenhadas na cabine de comando

<b>Função</b>	<b>Piloto</b>			<b>Co-Piloto</b>			<b>Piloto &amp; Co-Piloto</b>		
<b>Vôo Realizado</b>	<i>Freq.</i>	<i>% I</i>	<i>% II</i>	<i>Freq.</i>	<i>% I</i>	<i>% II</i>	<i>Freq.</i>	<i>% I</i>	<i>% II</i>
Adaptação e Read. Diurna	1	7,7	3,2	-	-	-	-	-	-
Instrumento Avançado	1	7,7	3,2	-	-	-	-	-	-
Navegação	3	23	9,6	4	26,6	12,9	3	100	10
Busca e Salvamento	2	15,4	6,4	5	33,3	16,1	-	-	-
Controle aéreo	5	38,5	16,1	6	40,1	19,3	-	-	-
Outros	1	7,7	3,2	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>41,7</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>48,3</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>10</b>

OBS: % I: Relativo ao percentual parcial. % II: Relativo ao percentual total.

A **Tabela 3** apresenta a frequência e o percentual da distribuição dos sujeitos dentro dos tipos de vôos efetuados, pelas atividades desempenhadas na cabine de comando da aeronave. Verificamos os percentuais parciais (relativos apenas ao total de missões efetuada pela dada função de cabine) e os percentuais totais (relativos ao total de missões efetuadas, não importando a função de cabine específica). Dos 31 vôos avaliados, a função de cabine com o maior percentual observado foi a função de Co-Piloto, com frequência de 15 vôos e respectivos 48,3% totais, o vôo que apresentou maior frequência entre os Co-Pilotos foi o de Controle Aéreo com 40,1% parcial e 19,3% totais. A função de cabine menos encontrada, foi a função intercalada de Piloto e Co-Piloto em um mesmo vôo, encontrado apenas nos vôos de navegação, com uma frequência de 3 vôos, e 10% totais. Com relação a função de cabine “Piloto”, verificamos 41,7% totais, o tipo de vôo com maior frequência de execução pelos pilotos foi o de Controle Aéreo com 38,5% parciais e 16,1% totais.

#### 4.2.1 Variáveis relacionadas aos vôos de Adaptação e Readaptação Diurna

Quadro 3: Carga de trabalho global verificada no piloto (P 13) que efetuou um vôo de Adaptação e Readaptação Diurna (n =1)

Piloto	Idade	Experiência	Carga Global
P 13	25	7	16,66

O **Quadro 3** apresenta a carga de trabalho global coletada após o sujeito P 13 ter efetuado um voo de Adaptação e Readaptação Diurna na condição de Piloto da aeronave, além da sua idade e tempo de experiência como Piloto.

Vale lembrar que P 13, foi o único participante que efetuou uma aplicação hipotética do NASA-TLX, e posteriormente uma aplicação real, uma vez que só foi realizado 1 voo de Adaptação e Readaptação Diurna em virtude dos cortes orçamentários realizados Pelo Governo Federal. Posteriormente iremos comparar a carga global hipotética e real apresentada nos voos de Adaptação e Readaptação Diurna.

#### 4.2.2 Variáveis relacionadas aos voos de Instrumento Avançado

Quadro 4: A carga de trabalho global verificada no piloto (P 7) que efetuou um voo de Instrumento Avançado (n =1)

Piloto	Idade	Experiência	Carga Global
P 7	26	7	11,46

O **Quadro 4** apresenta a carga de trabalho global coletada após o sujeito P 7 ter efetuado um voo de Instrumento Avançado Diurna na condição de Piloto da aeronave, além da sua idade e tempo de experiência como Piloto.

### 4.2.3 Variáveis relacionadas aos vôos de Navegação

Tabela 4: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram vôos de Navegação (n =3)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 6	26	8	5,73
P 6*	26	8	11,4
P 14	30	10	10,66
<b>Desvio Padrão</b>	<b>2,30</b>	<b>1,15</b>	<b>3,08</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>27,33</b>	<b>8,66</b>	<b>9,26</b>

A **Tabela 4** apresenta a distribuição das cargas globais pelos participantes que efetuaram vôos de Navegação na condição de Piloto da aeronave. Verificamos que o sujeito P 6 efetuou dois vôos desse tipo. Observamos também os desvios padrões e as médias das idades, tempo de experiência como piloto e da carga global.

Tabela 5: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram vôos de Navegação (n =4)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 5	23	5	13,06
P 6	26	8	12,66
P 10	30	10	10,8
P 14	30	10	12
<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,40</b>	<b>2,36</b>	<b>0,98</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>27,25</b>	<b>8,25</b>	<b>9,63</b>

A **Tabela 5** apresenta a distribuição das cargas globais, pelos participantes que efetuaram vôos de Navegação na condição de Co-Piloto da aeronave.

Tabela 6: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos sujeitos que efetuaram as funções de piloto e co-piloto num mesmo voo de Navegação (n =3)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 6	26	8	7,73
P 6*	26	8	10,61
P 10	30	10	15,26
<b>Desvio Padrão</b>	<b>2,30</b>	<b>1,15</b>	<b>3,79</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>27,33</b>	<b>8,66</b>	<b>11,2</b>

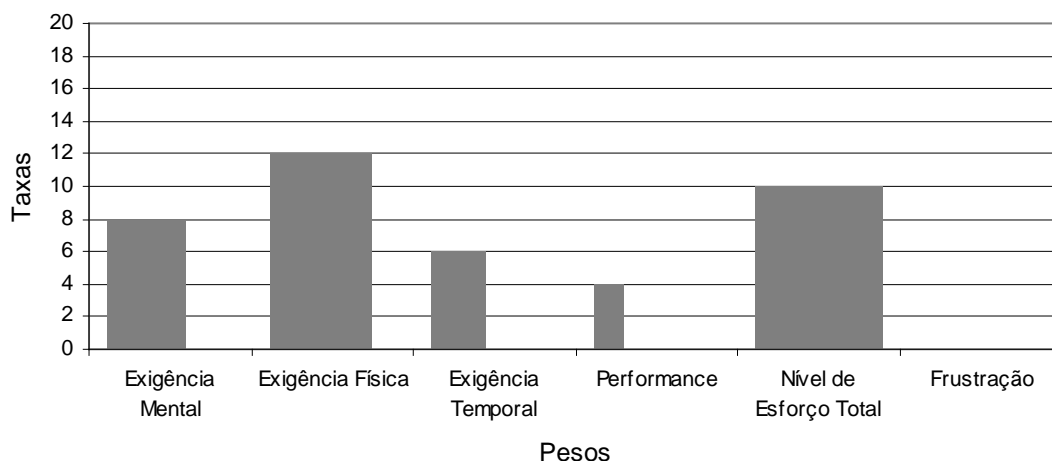
Na **Tabela 6**, verificamos a distribuição das cargas globais, pelos participantes que efetuaram vôos de Navegação na condição alternada de Piloto e Co-Piloto da aeronave num mesmo voo. Verificamos que o participante P 6 efetuou dois vôos desse tipo. Se observarmos as médias das cargas globais nas **Tabelas 4, 5 e 6**, notaremos que a maior média é observada na Tabela 8 (Piloto e Co-Piloto) 11,2 pontos seguida da **Tabela 6** (Co-Pilotos) 9,63 pontos e **Tabela 5** (Pilotos) 9,26 pontos. As médias das idades e do tempo de experiência dos participantes se mostraram próximas.

Na **Figura 6** podemos observar o gráfico construído a partir das médias dos pesos e taxas obtidos com a aplicação do NASA-TLX, nos participantes que realizaram vôos de Navegação na condição de Piloto.

Verificamos que as demandas que mais contribuíram para a carga global nessa situação de operação foram as Exigências Físicas e o Nível de Esforço Total, por outro lado a Frustração apresentou o menor peso, correspondendo com um valor igual a “zero”.

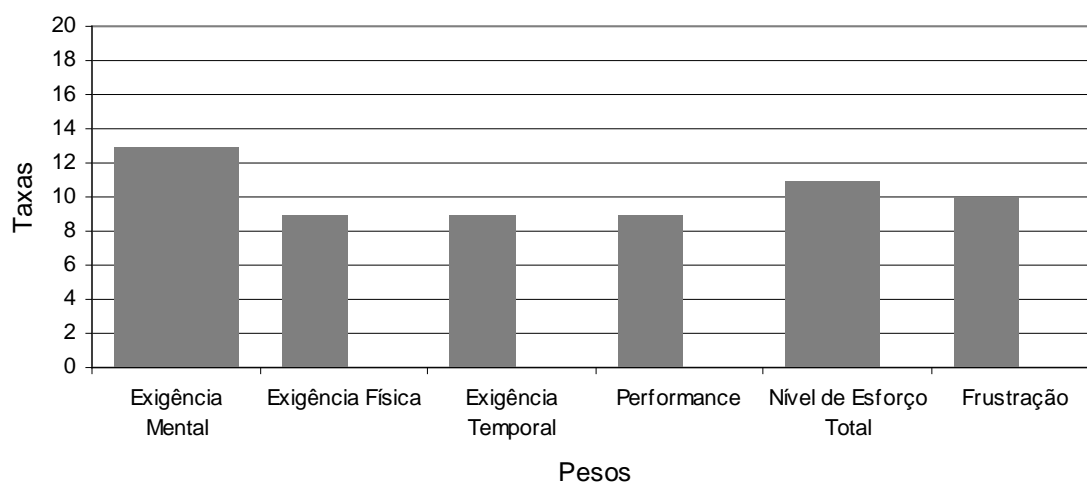


Figura 6: Gráfico da média (n = 3) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um vôo de Navegação (Taxa Global Média =9,26)



A **Figura 7** apresenta o gráfico construído a partir das médias dos pesos e taxas obtidos com a aplicação do NASA-TLX, nos participantes que realizaram vôos de Navegação na condição de Co-Piloto. Verificamos que a demanda que mais contribuiu para a carga global foi a Exigência Mental.

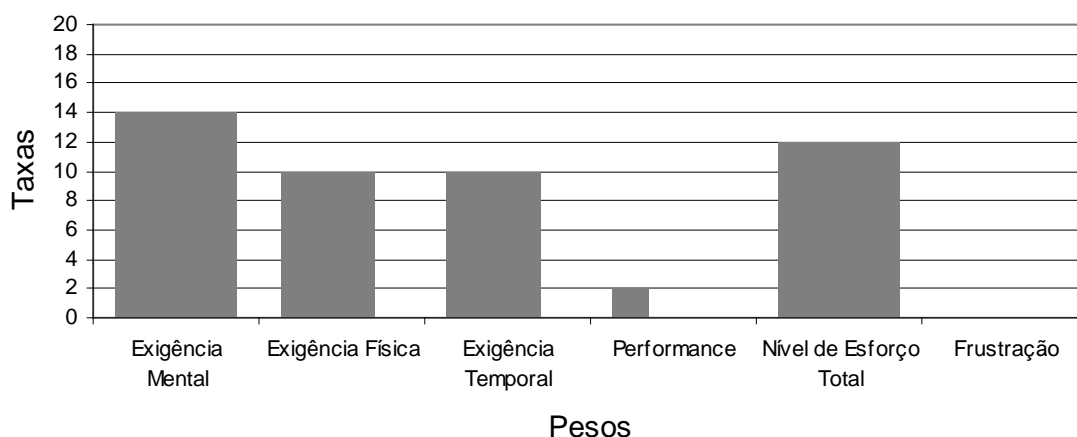
Figura 7: Gráfico da média (n = 4) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um vôo de Navegação (Taxa Global Média =9,63)



As Exigências: Física, Temporal e a Performance aparecem com igual proporção de contribuição, que é também o menor valor de contribuição encontrado no gráfico (**Figura 7**).

A média da carga global da **Figura 7** (9,63 pontos) é 0,37 pontos superior a carga global da **Figura 8** (9,26 pontos).

Figura 8: Gráfico da média (n = 3) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX nos sujeitos que realizaram num voo de Navegação a tarefa de piloto e co-piloto (Taxa Global Média =11,2)



Verificamos que a demanda que mais contribuiu para a carga global nessa situação de operação foi a Exigência Mental, seguida de perto pelo Nível de Esforço Total. As menores contribuições para a taxa global ficaram por conta da Frustração e da Performance Respectivamente. Por sua vez a média da carga global da **Figura 8** (11,2 pontos) é 1,94 pontos superior a carga global da **Figura 6** (9,26 pontos) e 1,57 pontos superior a da **Figura 7** (9,63 pontos).

#### 4.2.4 Variáveis relacionadas aos vôos de Busca e salvamento

Tabela 7: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram vôos de Busca e Salvamento (n =2)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 11	31	13	14,86
P 11	31	13	11,13
<b>DP</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,63</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>12,99</b>

Na **Tabela 7** verificamos distribuição das cargas globais pelos sujeitos que efetuaram vôos de Busca e Salvamento na condição de Piloto da aeronave. Verificamos que apenas o sujeito P 11, efetuou os dois vôos desse tipo. Observamos também os desvios padrões e as médias das idades, tempo de experiência como piloto e da carga global.

Tabela 8: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram vôos de Busca e Salvamento (n =5)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 2	24	6	10,93
P 4	25	6	13,06
P 5	23	5	11,06
P 6	26	8	5,86
P 9	25	5	9,08
<b>DP</b>	<b>1,14</b>	<b>1,22</b>	<b>2,70</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>24,6</b>	<b>6</b>	<b>9,99</b>

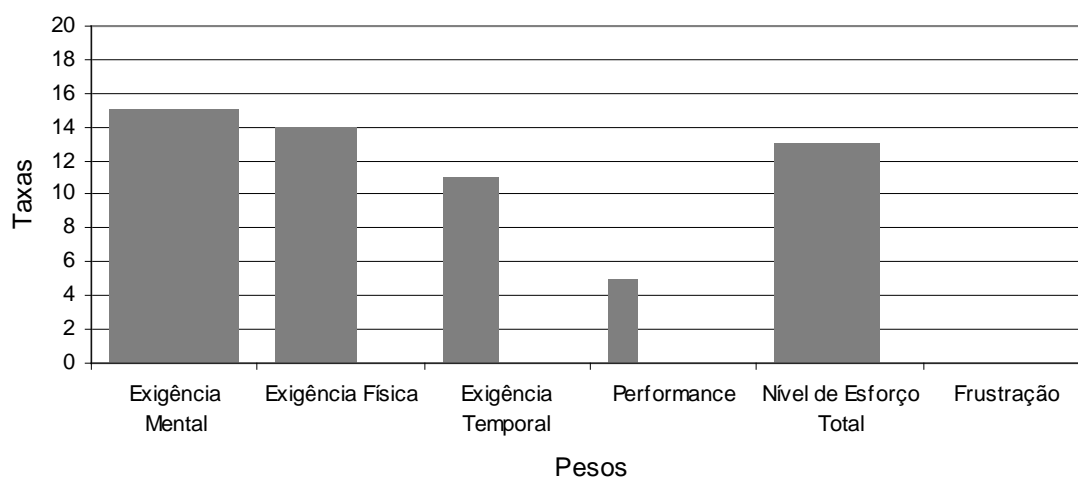
Na **Tabela 8** temos distribuição das cargas globais, nos sujeitos que efetuaram vôos de Busca e Salvamento na condição de Co-Piloto da aeronave.

Observamos também os desvios padrões e as médias das idades, tempo de experiência como piloto e da carga global.

Se compararmos a **Tabela 7 e 8** notamos que a média da carga global nos pilotos para os vôos de Busca e Salvamento são 3,00 pontos superiores as dos Co-Pilotos e, ainda, as suas médias de idade e de tempo de experiência também apresentaram-se mais elevadas 6,4 anos e 7 anos mais elevadas, respectivamente.

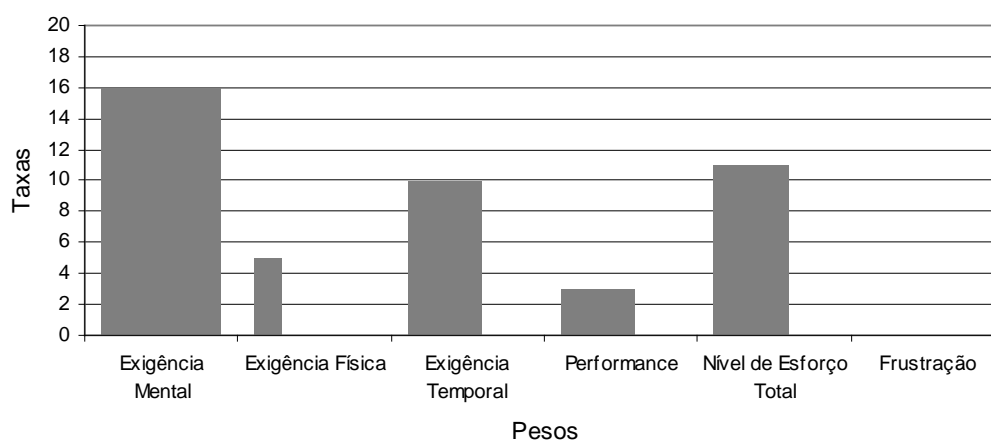
A **Figura 9** apresenta o gráfico construído a partir das médias dos pesos e taxas obtidos pela aplicação do NASA-TLX, nos participantes que realizaram vôos de Busca e Salvamento na condição de Piloto. Verificamos que a demanda que mais contribuiu para a carga global nessa situação de operação foi a Exigência Mental. As menores contribuições ficaram por conta da Frustração e Performance Respectivamente.

Figura 9: Gráfico da média (n = 2) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um vôo de Busca e Salvamento (Taxa Global Média =12,99)



Na **Figura 10** temos o gráfico construído a partir das médias dos pesos e taxas obtidos pela aplicação do NASA-TLX, nos sujeitos que realizaram vôos de Busca e Salvamento na condição de Co-Piloto. Verificamos que a demanda que mais contribuiu para a carga global nessa situação de operação, assim como na **Tabela 7** foi a Exigência Mental.

Figura 10: Gráfico da média (n = 5) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um vôo de Busca e Salvamento (Taxa Global Média =9,99)



#### 4.2.5 Variáveis relacionadas aos vôos de Controle Aéreo

Tabela 9: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram vôos de Controle Aéreo (n =5)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 3	23	5	8,8
P 3	23	5	7,2
P 8	31	9	7,3
P 8	31	9	6,66
P 14	30	10	11,33
<b>DP</b>	<b>4,21</b>	<b>2,40</b>	<b>1,89</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>27,6</b>	<b>7,6</b>	<b>8,25</b>

A **Tabela 9** apresenta a distribuição das cargas globais, nos participantes que efetuaram vôos de Controle Aéreo na condição de Piloto da aeronave. Observamos também os desvios padrões e as médias das idades, tempo de experiência como piloto e da carga global.

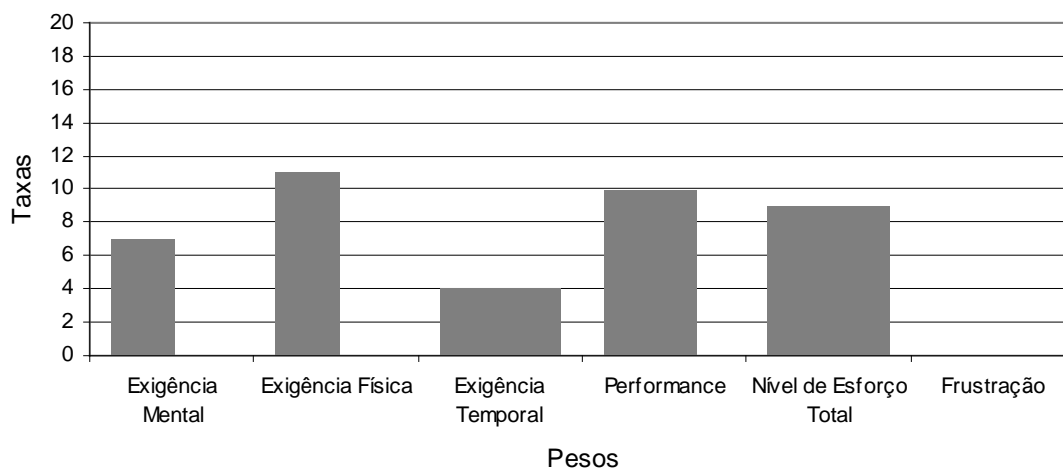
Tabela 10: Cargas de trabalho globais verificadas nos co-pilotos que efetuaram vôos de Controle Aéreo (n =6)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 1	34	13	12,93
P 1	34	13	13
P 6	26	8	13,2
P 8	31	9	8,93
P 10	30	10	13,26
P 10	30	10	15,13
<b>DP</b>	<b>2,99</b>	<b>2,07</b>	<b>2,04</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>30,83</b>	<b>10,5</b>	<b>10,54</b>

Na **Tabela 10**, observamos as cargas globais presentes nos participantes que efetuaram vôos de Controle Aéreo na condição de Co-Piloto da aeronave.

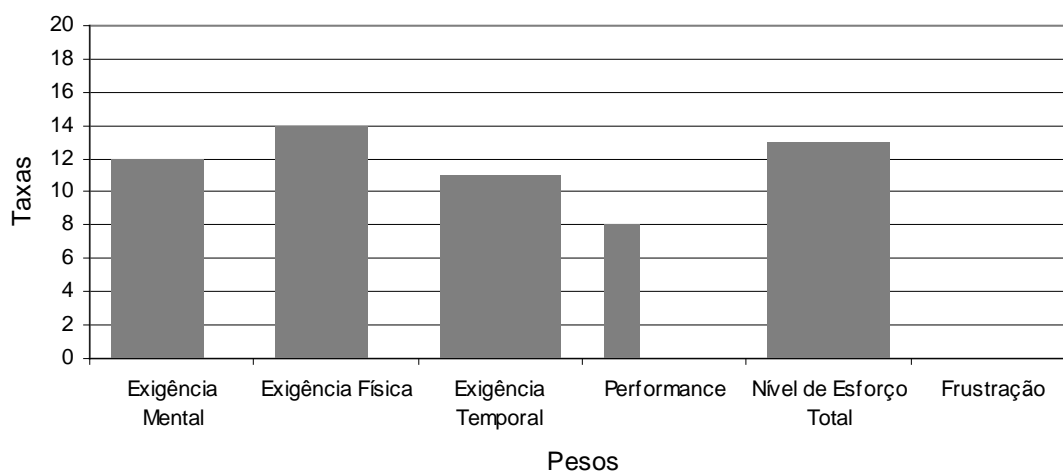
Analisando-se as **Tabelas 9 e 10**, podemos verificar que a média geral da carga global na **Tabela 10** (Co-Pilotos) - 10,54 pontos, é 2,29 pontos maior que a verificada na **Tabela 9** (Pilotos) – 8,25 pontos. Novamente, assim como nas **Tabelas 7 e 8**, aqui nas **Tabelas 9 e 10**, também percebeu-se, que os sujeitos que apresentaram a maior média de idade e tempo de experiência, como Pilotos ou Co-Pilotos, apresentaram a maior média de carga global.

Figura 11: Gráfico da média (n = 5) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os pilotos realizarem um vôo de Controle Aéreo (Taxa Global Média =8,25)



A **Figura 11** apresenta o gráfico construído a partir das médias dos pesos e taxas obtidos pela aplicação do NASA-TLX, nos participantes que realizaram vôos de Controle Aéreo na condição de Piloto da aeronave.

Figura 12: Gráfico da média (n = 6) das taxas e pesos obtido pela aplicação do TLX após os co-pilotos realizarem um vôo de Controle Aéreo (Taxa Global Média =10,54)



Na **Figura 12** verificamos o gráfico das médias dos pesos e taxas obtidos pela aplicação do NASA-TLX, nos participantes que realizaram vôos de Controle Aéreo na condição de Co-Piloto da aeronave.

#### 4.2.6 Variáveis relacionadas a outros tipos de vôos não especificados

Quadro 5: Distribuição das cargas de trabalho globais verificadas nos pilotos que efetuaram outros tipos de vôos não específicos (n =1)

Sujeito	Idade	Experiência	Carga Global
P 7	26	7	17

O **Quadro 5** apresenta a carga global coletada após o sujeito P 7 ter efetuado um vôo não específico na condição de Piloto da aeronave.

#### 4.3 Variáveis relacionadas às médias das taxas e pesos de cada tipo de vôo e função de cabine de comando apresentadas nos gráficos do NASA-TLX precedentes

A **Tabela 11** apresenta as taxas individuais encontradas nos indivíduos e utilizadas para confeccionar os respectivos gráficos do NASA-TLX, previamente apresentados nas **Figuras 6, 7, 8, 9, 10,11 e 12**.



Tabela 11: Apresentação individual das taxas das demandas, das respectivas figuras, com suas médias e desvios padrões

Figura	Exigência Mental	Exigência Física	Exigência Temporal	Performance	Nível de Esforço	Frustração
Figura 5	8	12	6	4	10	13
Figura 6	13	9	9	9	11	10
Figura 7	14	10	10	2	12	2
Figura 8	15	14	11	5	11	9
Figura 9	16	5	10	3	11	3
Figura 10	7	11	4	10	9	4
Figura 11	12	14	11	8	13	7
<b>DP</b>	<b>3,43</b>	<b>3,14</b>	<b>2,69</b>	<b>3,13</b>	<b>1,29</b>	<b>3,20</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>12,14</b>	<b>10,71</b>	<b>8,71</b>	<b>5,85</b>	<b>11</b>	<b>5,42</b>

Na **Tabela 12** verificamos os pesos individuais encontradas nos participantes e utilizados para confeccionar os respectivos gráficos do NASA-TLX, previamente apresentados nas **Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12**.

Tabela 12: Apresentação individual dos pesos das demandas, das respectivas figuras, com suas médias e desvios padrões

Figura	Exigência Mental	Exigência Física	Exigência Temporal	Performance	Nível de Esforço	Frustração
Figura 5	3	4	2	1	5	0
Figura 6	4	2	2	2	3	2
Figura 7	4	3	3	1	4	0
Figura 8	5	3	2	1	4	0
Figura 9	5	1	3	3	3	0
Figura 10	2	2	4	3	4	0
Figura 11	3	3	4	1	4	0
<b>DP</b>	<b>1,11</b>	<b>0,97</b>	<b>0,89</b>	<b>0,95</b>	<b>0,69</b>	<b>0,75</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>3,71</b>	<b>2,57</b>	<b>2,85</b>	<b>1,71</b>	<b>3,85</b>	<b>0,28</b>

O **Quadro 6** apresenta o produto das Taxas e Pesos, verificados nas **Tabelas 11 e 12** distribuídos de acordo com suas respectivas demandas.

Quadro 6: Apresentação do produto dos pesos e taxas, das respectivas demandas

	Exigência Mental	Exigência Física	Exigência Temporal	Performance	Nível de Esforço	Frustração
Taxa X Peso	45,1020549	27,5510360	24,8979612	15,183676	42,428573	1,55101873

#### 4.4 Variáveis relacionadas ao cruzamento de todos os tipos de vôos, as funções de bordo e suas médias das taxas globais das cargas mentais de trabalho

Tabela 13: Cruzamento das médias das cargas de trabalho globais nas funções de cabine de comando, pelos respectivos tipos de vôos efetuados (n =6)

Missão	Carga Média Piloto	Carga Média Co-piloto	Carga Média Piloto & Co-Piloto	MÉDIA
Adaptação e Readaptação Diurna	16,66	-	-	16,66
Instrumento Avançado	11,46	-	-	11,46
Navegação	9,26	9,63	11,2	10,03
Busca e Salvamento	12,99	9,99	-	11,49
Controle Aéreo	8,25	10,54	-	9,39
Outros	17	-	-	17
<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,67</b>	<b>5,51</b>	<b>4,57</b>	<b>3,32</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>12,60</b>	<b>10,05</b>	<b>11,2</b>	<b>12,67</b>

Na **Tabela 13** temos a distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos tipos de vôos efetuados e as funções de cabine. As médias foram obtidas da aplicação individual do NASA-TLX após o término de cada missão. Em termos de média geral por função na cabine de comando, verificamos que a maior média ficou por conta da função do piloto. Os vôos que apresentaram as maiores médias de carga de trabalho global foram Adaptação e Readaptação Diurna (16,66 pontos) seguido de outros vôos não específicos (17 pontos) e Busca e Salvamento (11,49 pontos), porém, os dois primeiros tiveram apenas um vôo executado, diminuindo assim o seu valor em termos estatísticos. Observamos também os respectivos desvios padrões e médias da carga global em cada função de cabine e por fim a média geral e seu desvio padrão.

Tabela 14: Cruzamento das médias das cargas de trabalho globais, nas funções de Piloto e Co-Piloto, pelos respectivos vôos efetuados (n =3)

Missão	Carga Média Piloto	Carga Média Co-piloto
Navegação	9,26	9,63
Busca e Salvamento	12,99	9,99
Controle Aéreo	8,25	10,54
<b>Desvio Padrão</b>	<b>2,49</b>	<b>0,45</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>10,16</b>	<b>10,05</b>

A **Tabela 14** apresenta as médias das cargas de trabalho globais, distribuídas pelos três tipos de vôos que tiveram a presença de sujeitos executando tanto a função de piloto como de Co-Piloto, a fim de comparar os resultados das médias. Observando as médias gerais, verificamos que a diferença pode ser considerada desprezível, apenas 0,11. Porém, mesmo a média geral sendo levemente maior nos Pilotos, podemos observar que das três comparações de vôos efetuadas, os Co-Pilotos apresentaram médias mais elevadas em duas delas (Navegação e Controle Aéreo), apenas o vôo de Busca e Salvamento apresentou a média do Piloto superior a do Co-Piloto (12,99 pontos *versus* 9,99 pontos, respectivamente), e inclusive, apresentando a maior média da **Tabela 14** (os mesmos 12,99 pontos).

## 4.5 Variáveis relacionadas aos dados gerais dos vôos, funções de cabine e a média da taxa global da carga mental de trabalho

Tabela 15: Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos respectivos vôos efetuados, com o sujeito desempenhando o papel de piloto da aeronave (n =7)

Tipo de Vôo	P3	P6	P7	P8	P11	P13	P14	MÉDIA
Adapt. e Readapt. Diurna	-	-	-	-	-	16,66	-	<b>16,66</b>
Instrumento Avançado	-	-	11,46	-	-	-	-	<b>11,46</b>
Navegação	-	8,56	-	-	-	-	10,66	<b>9,26</b>
Busca e Salvamento	-	-	-	-	12,99	-	-	<b>12,99</b>
Controle Aéreo	8,0	-	-	6,98	-	-	11,33	<b>8,25</b>
Outros	-	-	17,0	-	-	-	-	<b>17,0</b>

Na **Tabela 15** podemos verificar as médias das cargas de trabalho globais nos participantes, enquanto executavam a função de Pilotos da aeronave pelos respectivos tipos de vôos.

As médias gerais mais altas foram encontradas nos vôos: outros (não especificado), Adaptação e Readaptação Diurna, Busca e Salvamento e Instrumento Avançado respectivamente, porém os dois primeiros, como foi observado na **Tabela 2**, os vôos: outros (não especificado), Adaptação e Readaptação Diurna e Instrumento Avançado só apresentaram um vôo cada durante o período de estudo.

Tabela 16: Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos respectivos vôos efetuados, com o sujeito desempenhando o papel de co-piloto da aeronave (n =9)

Tipo de Vôo	P1	P2	P4	P5	P6	P8	P9	P10	P14	MÉDIA
Navegação	-	-	-	13,06	12,66	-	-	10,8	12,0	<b>9,63</b>
Busca e Salvamento	-	10,93	13,06	11,06	5,86	-	9,08	-	-	<b>9,99</b>
Controle Aéreo...	12,96	-	-	-	13,2	8,93	-	14,19	-	<b>10,54</b>

A **Tabela 16** apresenta as médias das cargas de trabalho globais verificadas nos participantes, enquanto executavam a função de Co-Pilotos da aeronave nos respectivos tipos de vôos.

Tabela 17: Distribuição das médias das cargas de trabalho globais, pelos respectivos vôos efetuados, com a comparação das médias observadas com o sujeito desempenhando os papéis de piloto e co-piloto da aeronave (n =3)

<b>Tipo de Vôo</b>	<b>P6</b>		<b>P8</b>		<b>P14</b>	
<i>Função</i>	<i>Piloto</i>	<i>Co-Piloto</i>	<i>Piloto</i>	<i>Co-Piloto</i>	<i>Piloto</i>	<i>Co-Piloto</i>
Navegação	8,56	12,66	-	-	10,66	12,0
Busca e Salvamento	-	5,86	-	-	-	-
Controle Aéreo	-	13,2	6,98	8,93	11,33	-

Na **Tabela 17** verificamos as médias das cargas globais nos três participantes que mais realizaram vôos dentro da população estudada, divididos de acordo com as funções de bordo executadas e respectivos tipos de vôos. De uma maneira geral pôde-se observar que as médias das cargas globais dos sujeitos na função de Co-Piloto são superiores as observadas na ocasião em que estava exercendo a função de Piloto.

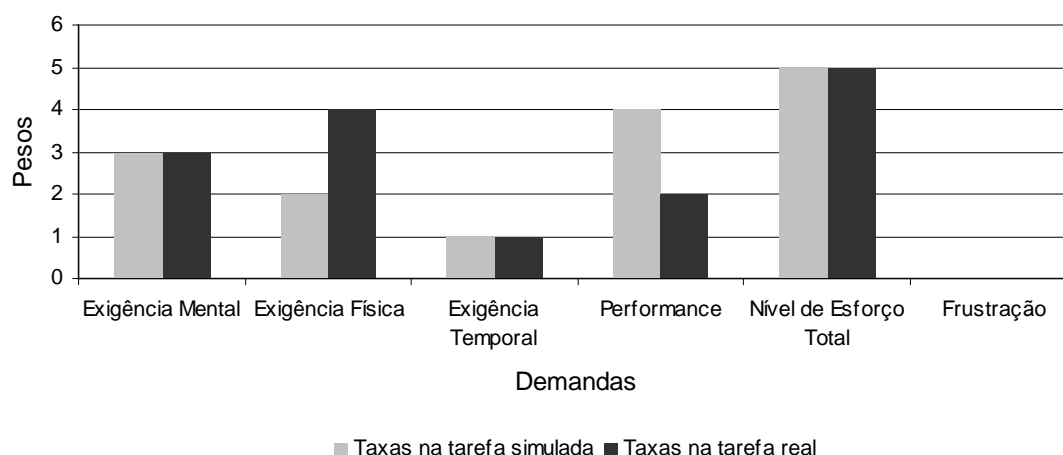
#### 4.6 Variáveis relacionadas ao comparativo da tarefa hipotética versus a tarefa real

Quadro 7: Comparativo da carga global encontrada num mesmo sujeito em situação hipotética e em situação real de vôo de Adaptação e Readaptação Diurna (n =1)

<b>Sujeito</b>	<b>Carga Global Hipotética</b>	<b>Carga Global Real</b>
P 13	9,66	16,66

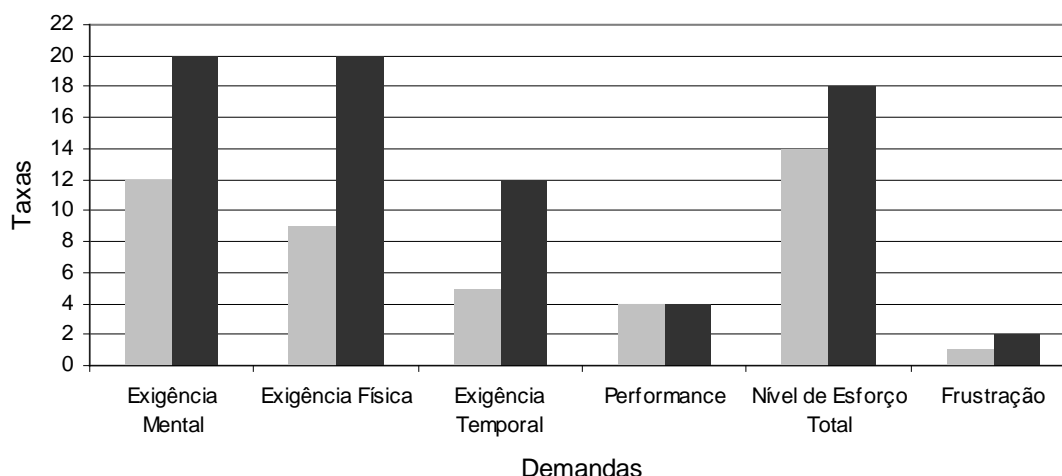
O **Quadro 7** apresenta o comparativo da carga global individual do participante P 13, confrontando a carga observada em situação hipotética, com a situação real de um voo de Adaptação e Readaptação Diurna. Observou-se que a carga global apresentada na situação real foi muito superior à registrada na situação hipotética, gerando uma diferença de 7 pontos entre as cargas globais.

Figura 13: Comparativo das variações nos pesos das demandas na aplicação do TLX, com a tarefa simulada versus a tarefa real no sujeito P 13



Na **Figura 13** verificamos o gráfico comparativo dos pesos isolados observados na avaliação do participante P 13 através do NASA-TLX, numa situação de voo de Adaptação e Readaptação Diurna hipotética pela situação real de voo. Verificamos que não houve grandes oscilações no que diz respeito ao peso das demandas, uma vez que quatro delas se mantiveram inalteradas, as alterações foram observadas nas demandas: Exigência Física, que foi maior na situação real, e na Performance, que foi menor na situação real.

Figura 14: Comparativo das variações nas taxas das demandas na aplicação do TLX, com a tarefa simulada versus a tarefa real no sujeito P 13



A **Figura 14** apresenta o gráfico comparativo das taxas das demandas coletadas com a aplicação do NASA-TLX, no participante P 13, numa situação de voo hipotético de Adaptação e Readaptação Diurna pela situação real de voo.

Verificamos, na **Figura 14**, que ocorreram oscilações consideráveis no que diz respeito as taxas dessas demandas, apenas a Performance permaneceu inalterada, no demais todas as demandas apresentaram-se mais elevadas na situação real de voo.

Na **Figura 15** observamos o gráfico final do NASA-TLX do participante P 13, coletado em situação hipotética (No auditório do Hangar da BAFL, os pilotos foram instruídos quanto ao funcionamento do NASA-TLX, em seguida foram orientados a respondê-lo como se tivessem acabado de executar um voo de Adaptação e Readaptação Diurna, sem panes, com condições meteorológicas

perfeitas e com tráfego aéreo pouco intenso.) de pilotagem em um voo de Adaptação e Readaptação Diurna.

Figura 15: Gráfico do TLX, do sujeito P 13, obtido da aplicação do TLX em situação hipotética de um voo de Adaptação e Readaptação Diurna (Taxa Global =9,66)

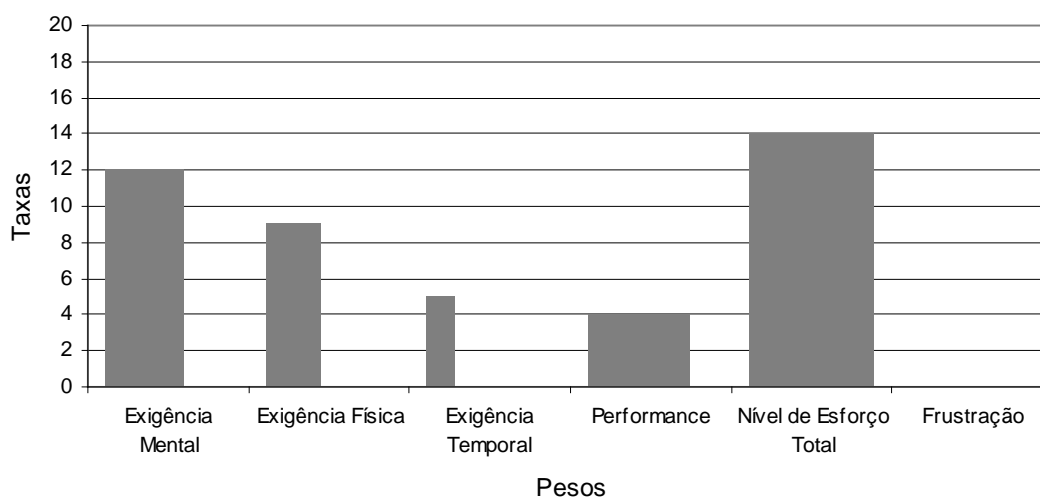
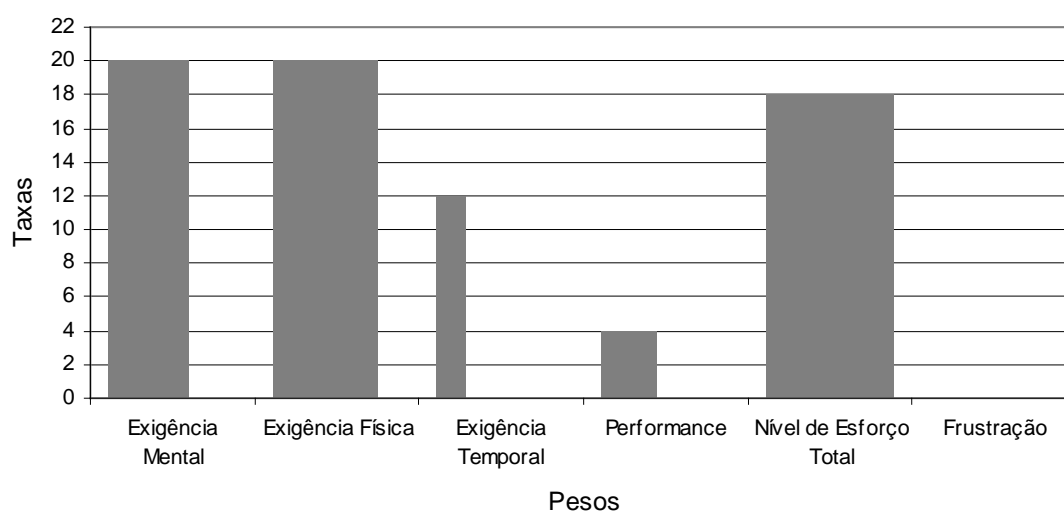


Figura 16 - Gráfico do TLX, do sujeito P 13, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Adaptação e Readaptação Diurna (Taxa Global =16,66)





Na **Figura 16** observamos o gráfico final do TLX do participante P 13, obtido com a aplicação realizada após ter sido realizado um voo real de Adaptação e Readaptação Diurna.

Comparando-se as **Figuras 15 e 16**, verificamos as diferenças entre as taxas globais apresentadas entre a tarefa hipotética e a tarefa real. A demanda Frustração desaparece em ambos os gráficos pois sua taxa foi zero, o resultado do gráfico é obtido através do cálculo de sua área, que é determinada pela multiplicação da Taxa pelo Peso.

#### 4.7 Variáveis relacionadas as frequências de vôos e as funções de cabine

Quadro 8: Distribuição da frequência da realização de missões dos Sujeitos que realizaram mais de 3 missões, pelas respectivas funções executadas na cabine de comando (n = 4)

Sujeito	Idade	Experiência	Funções de Cabine			Total
			Piloto	Co-Piloto	Piloto e Co-Piloto	
P 6	26	8	2	3	2	7
P 8	31	9	2	1	-	3
P 10	30	10	-	3	1	4
P 14	30	10	2	1	-	3
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>17</b>

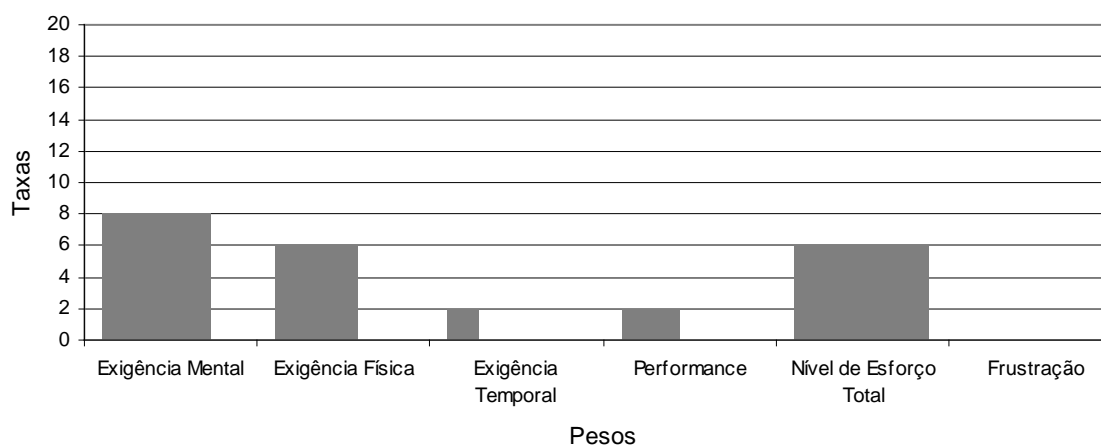
O **Quadro 8** apresenta os quatro participantes que mais efetuaram vôos durante o período da pesquisa, dentre eles, o indivíduo que mais realizou vôos (P 6) foi o mesmo que realizou vôos em todas as funções de cabine de comando.

Desse modo, o participante P 6 foi selecionado para comparações individuais em sua carga de trabalho global nas diversas situações operacionais pelas quais passou.

#### 4.8 Variáveis relacionadas a análise do sujeito P 6

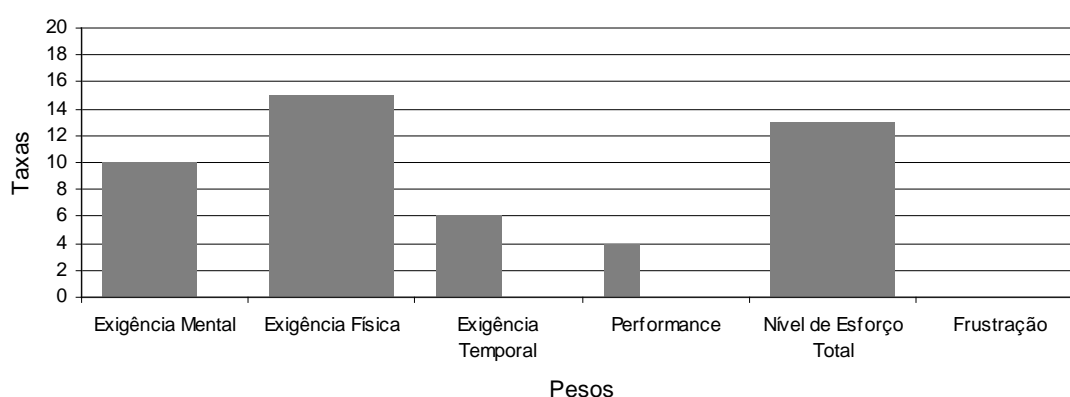
Na **Figura 17** verificamos o gráfico do NASA-TLX, aplicado após um voo tranquilo de navegação, no qual o sujeito exerceu a função de Piloto da aeronave; as áreas das demandas: Exigência Temporal e Performance foram pequenas e a Frustração nem apareceu no gráfico.

Figura 17: Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação tranquilo, na condição de Piloto da aeronave (Taxa Global =5,73)



A **Figura 18** apresenta o gráfico obtido da aplicação de um TLX após a realização de um voo de Navegação, no qual o participante foi Piloto, com situação meteorológica desfavorável e pequenas panes na aeronave.

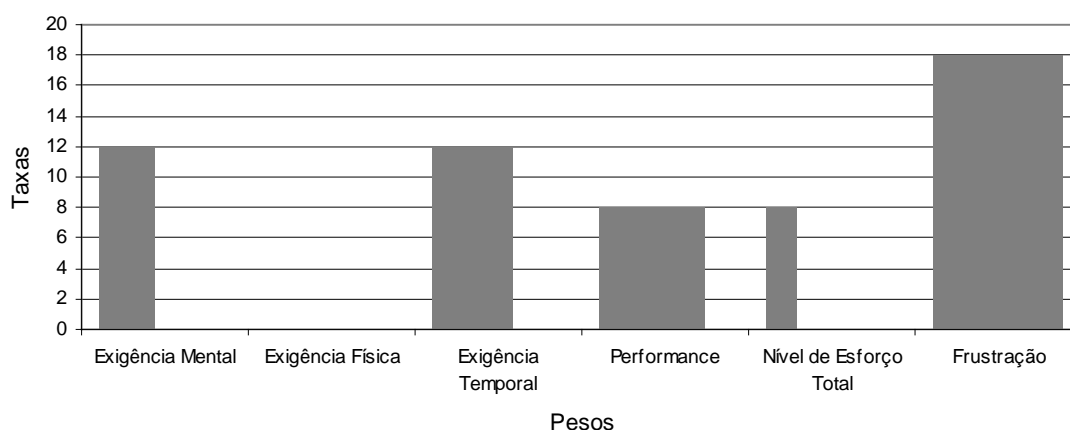
Figura 18: Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação com panes e meteorologia desfavorável, na condição de Piloto da aeronave (Taxa Global =11,4)



Comparando as áreas do gráfico da **Figura 17** com a **Figura 18**, verificamos um aumento considerável nas áreas das demandas: Exigência Mental, Exigência Física, Exigência Temporal, Performance e Nível de Esforço Total, a única demanda inalterada foi a Frustração, que permaneceu em zero. Dessa alteração nas áreas podemos ilustrar bem as alterações ocorridas em termos de pontos na Taxa Global da Carga de Trabalho.

A **Figura 19** apresenta o gráfico do TLX, no qual o indivíduo P 6 exerceu a função de Co-Piloto num voo de Navegação classificado como tranquilo. Podemos verificar o alto nível de frustração demonstrado pelo sujeito durante a execução de tal voo na condição de Co-Piloto da aeronave.

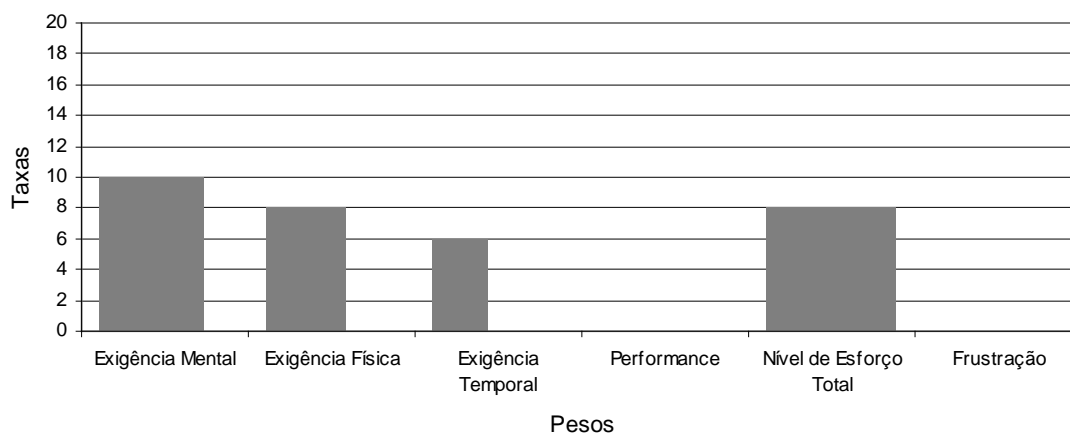
Figura 19: Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação tranquilo, na condição de Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =12,66)



Ao observarmos as **Figuras 17, 18 e 19** verificamos que a taxa global mais elevada, dentre as três situações nas quais o participante P 6 tomou parte, foi aquela descrita na **Figura 19** (12,66 pontos). Esse gráfico apresentou muitas discrepâncias se analisarmos os dois anteriores; tais diferenças foram encontradas em todas as demandas, porém merecem destaque o alto nível de contribuição oferecido pela Frustração, que nos dois gráficos anteriores foi zero, e nível zero de contribuição apresentado na demanda Exigência Física.

Na **Figura 20**, podemos verificar o gráfico obtido com a aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação tranquilo, no qual o participante executou intercaladamente durante o voo as funções de Piloto e Co-Piloto da aeronave.

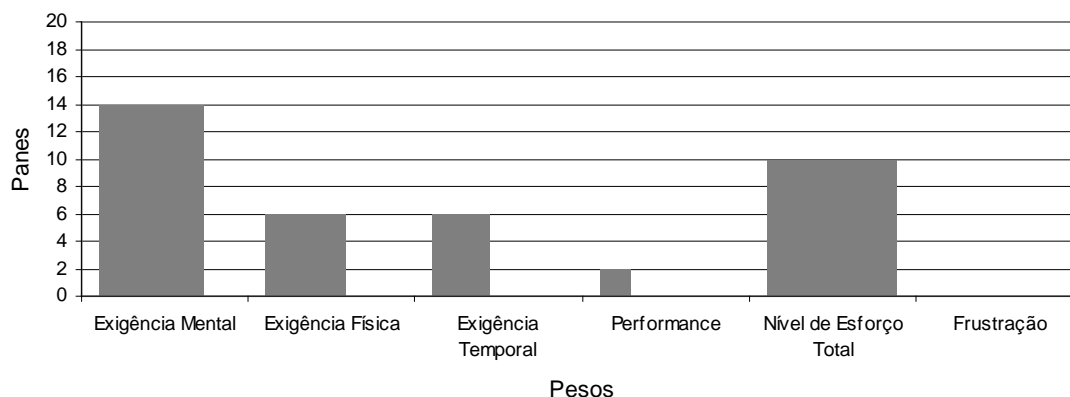
Figura 20: Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação tranquilo, na condição intercalada de Piloto e Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =7,73)



Se observarmos as **Figuras 17, 18, 19 e 20** iremos verificar que em termos de taxa global, essa foi a segunda mais baixa observada até então, perdendo apenas para a taxa global da **Figura 17** (5,73 pontos). No gráfico da **Figura 20**, observamos o único gráfico que apresentou área zero para a demanda Performance. A maior exigência temporal, em relação aos gráficos anteriores pode ser devida ao fato das missões de navegação apresentarem durações variadas.

Verificamos novamente, assim como já fora observado nas **Figuras 17 e 18**, verificamos uma área ou nível de contribuição zero para a demanda Frustração.

Figura 21: Gráfico do TLX, do sujeito P 6, obtido da aplicação do TLX após a realização de um voo de Navegação com panes, tráfego aéreo e meteorologia desfavorável, na condição intercalada de Piloto e Co-Piloto da aeronave (Taxa Global =10,61)



Na **Figura 21** verificamos o gráfico do TLX no qual o participante P 6 exerceu a função de Piloto e Co-Piloto num voo de Navegação classificado como conturbado, com a presença de pequenas panes na aeronave, condições desfavoráveis de tráfego aéreo e meteorologia.

Se compararmos a **Figura 21** à **Figura 20**, iremos verificar um aumento de 2,88 pontos na taxa da carga global e um discreto aumento nas demandas Exigência Física, Performance e Nível de Esforço Total. A demanda Exigência Física teve um decréscimo e as demandas: temporal e Frustração permaneceram inalteradas.

#### 4.9 Variáveis relacionadas a presença de intercorrências pelo valor da carga global de trabalho

Tabela 18: Comparativo das taxas globais de carga de trabalho encontradas no Sujeito P 6, após a realização de cinco vôos de Navegação, nas condições de Piloto, Co-Piloto e Piloto e Co-Piloto intercalados em vôos que tiveram ou não intercorrências técnicas, de tráfego aéreo e meteorológicas (n=1)

	Piloto	Co-Piloto	Piloto e Co-Piloto
Sem Intercorrência	5,73	12,66	7,73
Com Intercorrência	11,4	-	10,61

Na **Tabela 18**, verificamos um comparativo das funções de cabine de comando pela existência ou não de intercorrências durante os vôos e as respectivas médias gerais das taxas globais de carga de trabalho.

Tabela 19: Comparativo das taxas globais de carga de trabalho encontradas em 4 situações de vôo (P 1: Controle Aéreo, P 6: Navegação, P 10: Navegação), nas condições de Piloto, Co-Piloto e Piloto e Co-Piloto intercalados em vôos que tiveram ou não intercorrências técnicas, de tráfego aéreo e/ou meteorológicas (n=1)

Sujeito	Piloto		Co-Piloto		Piloto e Co-Piloto	
	Com Inter.	Sem Inter.	Com Inter.	Sem Inter.	Com Inter.	Sem Inter.
P 1	-	-	12,93	13,00	-	-
P 6	-	-	-	-	10,61	7,73
P 6	11,04	5,73	-	-		
P 10	-	-	10,08	15,26	-	-

Na **Tabela 19** verificamos novamente o comparativo de vôos com ou sem intercorrência; porém, a **Tabela 19** aborda três sujeitos diferentes e oito vôos.

## CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, iremos discutir os resultados obtidos com a aplicação do instrumento NASA-TLX na população de estudo, confrontando e comparando os dados colhidos entre si.

A idade média da população foi de 28,26 anos, com idade mínima de 23 anos e máxima de 43, a distribuição atinge frequência máxima na faixa etária dos 23 aos 28 anos, com 9 participantes, frequência essa que corresponde a 60% da população estudada (**Tabela 1**). Essa baixa média de idade ocorre em virtude da população estudada ser constituída de profissionais que ingressam na Escola Militar da Aeronáutica a partir dos 14 anos, e desde então são preparados para a carreira de aviação militar, bastante cedo, a partir dos 18 anos. Os pilotos com idade acima dessa média geralmente são de patente mais elevadas e fazem parte do comando do esquadrão, porém, também são pilotos.

A média de tempo de experiência 9,26 é compatível com a média das idades; verificamos que os maiores tempos de experiência se associaram aos indivíduos com as idades mais elevadas (**Tabela 1**).

Foram analisados 31 vôos, sendo que a Média de vôos por participante foi de 2,13 vôos e o Desvio Padrão foi de 2,13. Apenas o participante P 15 não participou de vôos durante a fase de coleta de dados, logo, não fez parte do restante das análises efetuadas. O número máximo de vôos efetuados por um



piloto foi 7 (sete). a grande maioria da população (6 indivíduos) realizou apenas 1 (um) voo **(Tabela 1)**.

A baixa frequência de vôos executados explica-se pelos cortes orçamentários realizados pelo Governo Federal, no orçamento das Forças Armadas de uma maneira geral, ao longo do ano de 2002. Nesse período, somente missões consideradas de extrema importância foram executadas, tendo em vista o consumo elevado de combustível apresentado pelas aeronaves. Tal fator contribuiu para a limitação de alguns aspectos desse estudo, uma vez que um mesmo tipo de voo raramente foi executado mais de uma vez por um mesmo piloto, obrigando-nos a trabalhar com valores médios da população, ao invés de valores individuais.

Foram analisados nove diferentes tipos de vôos; desses, um deles não era classificado. A classificação desses vôos foi exposta no Capítulo 8, item 3 do presente estudo. Três tipos de vôos não foram efetuados durante o período de coleta de dados: voo de Adaptação e Readaptação Noturna; voo de Formatura e voo de Lançamento de Foguetes. Outros vôos tiveram apenas um voo efetuado durante o período de coleta de dados: voo de Adaptação e Readaptação Diurna; voo de Instrumento Avançado e um voo não especificado, realizado em conjunto com a Marinha Brasileira. Os que apresentaram a maior frequência foram: voo de Controle Aéreo (11 vôos que corresponde a 35,6% da população), voo de Navegação (10 vôos 32,2%) e voo de Busca e Salvamento (7 vôos 22,6%) **(Tabela 2)**.

Os vôos mais realizados foram os que envolveram atividades de controle do espaço aéreo, busca e salvamento de embarcações a deriva e navegação (viagens internas realizadas pelo pessoal da BAFL com diversos fins); tais vôos são fundamentais em termos de atividades operacionais para o 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, sendo assim, não passíveis de reduções devido a cortes orçamentários.

Em termos de função exercida pelos pilotos na cabine da aeronave, observamos a caracterização de três tipos de função: Piloto, Co-Piloto e Piloto e Co-Piloto alternados. Verificamos que a maioria dos participantes voou na condição de Co-Piloto da aeronave (48,3%), contra 41,7% na condição de Piloto. Verificamos a presença de vôos intercalados, nos quais o participante exerceu a função de Piloto & Co-Piloto, somente nos vôos de Navegação, que podem ser de longa duração, exigindo assim a troca de funções na cabine (**Tabela 3**).

Observando-se isoladamente os vôos, podemos comparar as médias de suas taxas globais das cargas de trabalho mental. Para tanto, foram discutidos apenas os vôos que apresentaram mais de uma ocorrência. A exceção ficou por conta do vôo de adaptação e readaptação diurna, que posteriormente deverá ser obtida sua taxa em situação real de vôo, comparada com a taxa obtida em situação hipotética de vôo.

No que se refere, ainda, à função de cabine de comando, podemos dizer que as taxas globais das cargas mentais de trabalho mais altas foram encontradas na função isolada de Piloto, seguidas pela função intercalada de Piloto & Co-Piloto em um mesmo vôo. A função que apresentou as menores taxas foi a de Co-

Piloto, porém, é importante observarmos que esses valores se referem às médias encontradas em todos os tipos de voo e de todos os participantes que realizaram esses voos. **(Tabela 4)**

Analisando-se com mais cautela as **Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12**, podemos realizar algumas observações importantes; na **Tabela 5** verificamos que nos três tipos de voo: navegação; busca e salvamento e controle aéreo, onde houveram presença de pilotos e co-pilotos, em dois ( Voo de Navegação e Voo de Controle Aéreo) dos três voos, a média da taxa global da carga de trabalho mental foi maior nos co-pilotos do que nos pilotos **(Tabelas 6, 7, 11 e 12)**, apesar da tarefa do piloto envolver altos teores de responsabilidade e uma maior exigência mental. Tal fato pode ser explicado pelo fato dos co-pilotos dos voos avaliados no 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, ao contrário dos co-pilotos da aviação civil, que são pilotos em treinamento e com menor número de horas possuem total competência para exercer a função de piloto. A função de piloto e co-piloto é exercida por todos os participantes, embora todos revelem preferir estar no comando, o que pode sinalizar, por isso, o aumento de frustração no posto de co-piloto em relação aos pilotos. Outra observação, que diz respeito aos co-pilotos, é que pelo fato de estarem prestando assistência ao piloto, no tocante ao contato com a base e a leitura de diversos instrumentos, eles devem estar atentos a todas as medidas do piloto pois em caso de equívoco do piloto, o co-piloto deve alertá-lo, a fim de evitar maiores consequências.

Em termos de médias gerais, das taxas globais das cargas mentais de trabalho, foi observado que os participantes que desempenharam as funções de

piloto & co-piloto em um mesmo vôo apresentaram as maiores médias nas taxas globais (**Tabela 4**). A situação de vôo intercalado ocorreu apenas nos Vôos de Navegação, e para esse tipo de vôo também foi a média mais alta obtida, se comparada aos participantes que efetuaram vôos como pilotos ou co-pilotos. Tal alta taxa justifica-se pelo fato do piloto e co-piloto agregarem funções em um mesmo vôo, o que sinaliza um perfil de carga de trabalho associadas, com altas taxas de exigência mental e de esforço total.

Observando-se as **Figuras 6, 7 e 8** verificamos a existência de grandes demandas mentais na atividade de co-piloto e piloto e co-piloto alternados demonstrando a necessidade de uma maior concentração e planejamento mental dentro da tarefa co-piloto. Outra demanda exclusiva do co-piloto foi a frustração, já discutida acima. Por outro lado as maiores demandas físicas, ficaram a cargo do piloto, uma vez que todas as manobras da aeronave são executadas por ele.

O vôo que apresentou a maior média das taxas globais das cargas mentais de trabalho, foi um vôo não específico mas por não termos detalhes desse vôo o mesmo foi descartado, sua taxa global foi de 17,00, taxa consideravelmente alta, quando comparada aos outros valores observados no estudo; esse vôo foi realizado numa missão conjunta com a Marinha Brasileira em alto mar. Excluindo-se esse vôo não específico, o vôo que apresentou a maior taxa global foi o vôo de adaptação e readaptação diurna (**Tabela 4**). A ordem das médias das taxas globais das mais altas para as mais baixas foi a seguinte: 1º Adaptação e Readaptação Diurna (16,66 – 1 Vôo); 2º Busca e Salvamento (11,49 – 7 Vôos); 3º Instrumento Avançado (11,46 – 1 Vôo); 4º Navegação (10,03 – 10 Vôos) e 5º

Controle Aéreo, Esclarecimento... (9,39 – 11 Vãos). Porém, como se pôde observar, alguns vôos foram executados apenas uma vez durante o período de pesquisa, essa baixa frequência acaba por comprometer a validade de análise desses dados.

Por tanto, discutir-se-á os três tipos de vôos mais frequentes (Navegação, Busca e Salvamento e Controle Aéreo), a fim de comparar as suas taxas e a validade de tais taxas encontradas, a ordem das taxas globais encontradas, da maior para menor, entre os três vôos mais realizados foi a seguinte: 1º Busca e Salvamento; 2º Navegação; 3º Controle Aéreo.

No item 8.4 deste estudo, verificamos as definições dos vôo segundo o pessoal do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, a ordem de complexidade das tarefas foi a seguinte (do mais complexo para o mais simples): 1º Busca e Salvamento; 2º Controle Aéreo; 3º Navegação.

Verificamos que houve uma inversão entre o 2º e o 3º colocado em termos de pré-definição da tarefa e em termos das taxas encontradas. Os vôos de Navegação foram tidos como tranquilos, segundo a definição encontrada no capítulo 8 item 4 do presente trabalho, porém apresentaram taxas globais mais elevadas do que os vôos de Controle aéreo.

Devemos lembrar que os vôos de navegação são vôos de transporte em geral, por exemplo: o esquadrão vai se apresentar em outra Base Aérea no Brasil, ou no Exterior, a viagem de ida e volta até esse local, são vôos de navegação. Levando-se isso em consideração, percebemos que são vôos muito variáveis, podendo ser longos ou curtos, simples ou complexos. Portanto, é justificável a

presença de uma taxa mais elevada quando comparada ao nível de complexidade prescrito.

Outro fator importante, que também contribuiu para a elevação da taxa nos vôos de Navegação, diz respeito a esse ter sido o único vôo que apresentou participantes executando a tarefa de piloto & co-piloto no mesmo vôo. Verificamos de antemão que tal situação apresenta as taxas globais mais elevadas verificadas dentre as funções de cabine de comando, contribuindo assim para a elevação da taxa final nos vôos de Navegação. Tal configuração de cabine reflete, também, a longa duração do vôo, uma vez que exigiu o rodízio em cabine de comando entre o Piloto e o Co-Piloto.

Observando-se as **Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12** verificamos os gráficos individuais do NASA-TLX, e as contribuições de cada demanda na formação das taxas globais das cargas mentais de trabalho, esses gráficos ilustram as taxas globais passando uma idéia espacial da carga. Nas **Tabela 11 e 12**, verificamos a distribuição das taxas e pesos relativa a cada uma das figuras de maneira isolada, dando a idéia de qual demanda contribuiu mais em determinado tipo de vôo (dos três tipos de vôo que apresentaram mais de um vôo executado) e função de cabine de comando.

De uma maneira geral, a demanda que mais contribui em termos de taxas para a taxa global foi a Exigência Mental (12,14), seguido pelo Nível de Esforço Total (11,00) (**Tabela 11**). Essas médias foram obtidas de maneira geral, sem discriminar os tipos de vôo ou a função de bordo.

Com relação as demandas, os tipos de vôo e a função de bordo desempenhada, verificamos que a taxa mais elevada para as demandas: *Exigência Mental*, foi encontrada em vôos de busca e salvamento com os participantes exercendo o papel de Co-Piloto (16); *Exigência Física*, em vôos de Busca e Salvamento com o participante atuando como Piloto (14) e também em vôos de Controle Aéreo, sendo o Co-Piloto (14); *Exigência Temporal*, nos mesmos vôos da Exigência Física e nas mesmas funções de bordo (11); *Performance*, em vôos de Controle Aéreo e Esclarecimento com o participante atuando como Piloto (10); *Nível de Esforço Total*, em vôos de Navegação com o participante exercendo a função intercalada de Piloto & Co-Piloto no mesmo vôo (12); Frustração, encontrada em vôos de Navegação com o participante exercendo a função de Piloto da aeronave (13). Os maiores picos de taxas referentes as demandas foram encontrados nos Vôos de Busca e Salvamento e Controle Aéreo e a função de bordo que apresentou a maior freqüências de picos foi a do piloto (**Tabela 11**).

No que diz respeito aos valores obtidos através da análise dos pesos individuais verificamos na **Tabela 12**, que a média com o maior valor em termos de peso foi a do Nível de Esforço Total (3,857143), seguido pela Exigência Mental (3,714286), o menor valor em termos de peso ficou por conta da Frustração (0,285714).

Com relação aos pesos, os tipos de vôo e a função de bordo, observamos que a situação operacional geral que apresentou o maior valor numérico de peso para as seguintes demandas foi: *Exigência Mental*, encontrada em vôos de Busca e Salvamento com os participantes exercendo tanto o papel de Piloto como o de

Co-Piloto separadamente (16); *Exigência Física*, em Vôos de Navegação, nos quais os participantes exerciam a função de bordo de Piloto (4); *Exigência Temporal*, em vôos de Controle Aéreo, com os participantes atuando como Piloto ou Co-Piloto (4); *Performance*, em vôos de Busca e Salvamento com o participante exercendo a função de Co-Piloto (3) e também em vôos de Controle Aéreo, com o participante sendo o Co-Piloto (4), *Nível de Esforço Total*, nos vôos de Navegação em participantes que exerciam a função de Piloto (5); *Frustração*, em vôos de Navegação, nos Co-Pilotos (2).

Percebe-se a relação dos pesos e taxas mensurados pelo NASA-TLX, com as exigências impostas pela tarefa, observadas na revisão de literatura e no método: as maiores taxas referentes a demanda exigência mental foram verificadas entre os participantes que exerciam a função de Co-Piloto, função essa que apresenta elevada exigência mental, quando comparada ao grau de exigência imposto pela tarefa aos Pilotos; é exigido do Co-Piloto uma grande concentração durante toda operação, para realizar a comunicação com terra, verificar os instrumentos, as condições da aeronave e manter-se interado nas ações do Piloto.

Um outro aspecto é a presença de taxas maiores na demanda exigência física por parte dos Pilotos. Sabemos que o piloto é responsável pelas manobras da aeronave, e que essas manobras implicam em grande desgaste físico em certas condições, sejam elas adversas ou não.

Os pesos e taxas mais elevados relacionados a demanda exigência temporal foram verificados em Vôos de Controle Aéreo e Busca e Salvamento, Vôos de longa duração ou pior, de duração indeterminada. Tais resultados



sugerem alguma relação entre a situação real e o que o NASA-TLX se propõem a quantificar.

Com relação as intercorrências (Situações desfavoráveis de Meteorologia, ou de tráfego Aéreo, ou presença de Panes) durante os vôos, percebeu-se um acréscimo de 30 a 55% nas taxas globais da carga mental de trabalho nas situações que apresentaram intercorrências, como pode-se verificar na **Tabela 16**.

Nas **Figuras 17, 18, 19, 20 e 21**, verificamos vários Vôos de Navegação efetuados pelo participante P 6, em todas as funções de cabine de comando possíveis, com ou sem a presença de intercorrências. Em todas as situações observou-se a elevação nas taxas globais referentes a carga mental de trabalho, nos vôos que apresentaram condições desfavoráveis de operação.

Na **Figura 17 e 18** verificamos a elevação da área referente a demanda Exigência Física no vôo que apresentou situação desfavorável de meteorologia e panes, especificamente a condição meteorológica desfavorável era a presença de turbulência e a pane era no piloto automático, motivos mais do que suficientes para ampliarem as exigências físicas da tarefa. Observando-se o nível de esforço, verificamos também o aumento em sua área, no que diz respeito as taxas (de 6 para 13).

Em um comparativo das taxas globais das cargas mentais de trabalho, verificadas em um mesmo participante após a realização de um vôo, ou em situação hipotética, demonstrou que a situação hipotética subdimensiona o nível verificado da carga, como podemos verificar no **Quadro 7**. Na situação hipotética, é apresentado ao participante um quadro operacional, sem que o mesmo tenha

executado a tarefa, e a partir de sua memória, realiza o instrumento. Na situação real, o instrumento é aplicado logo após o vôo. Devido ao resultado obtido, contraindica-se o método hipotético, pois a taxa global apresenta um considerável decréscimo.

Nas **Figuras 13 e 14** verificamos em termos de taxas e pesos as principais alterações ocorridas nas demandas entre uma situação real e uma situação hipotética de vôo. Em termos de pesos, as variações não foram muito grandes quando comparadas as ocorridas em termos de taxas. Nos pesos, duas das seis demandas sofreram alterações, a Exigência Física teve um incremento de 100% e a performance uma redução de 50%. Nas Taxas, apenas uma demanda permaneceu inalterada (Performance).

Para finalizar, verificamos que a Taxa Global da carga mental de trabalho nos participantes do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, foi de 12,67 taxa essa obtida pela aplicação do Instrumento NASA-TLX sem discriminar os tipos de vôo ou as funções de cabine de comando, essa taxa pode ser considerada média, se levarmos em conta que o pico das taxas foi de 17,00 para o Piloto de um Vôo não especificado e o valor mínimo foi de 8,25 para o Piloto de um Vôo de Controle Aéreo (**Tabela 4**).

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

Partindo-se dos objetivos do presente estudo, podemos concluir que as demandas que mais contribuíram para a taxa global da carga mental de trabalho em termos de peso foram o Nível de Esforço Total, seguido pela Exigência Mental. A demanda com menor peso, foi a Frustração, demonstrando o grande engajamento dos pilotos do 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL.

No que diz respeito as taxas, verificamos que a demanda que mais contribuiu para o seu implemento foi a Exigência Mental seguida de perto pelo do Nível de Esforço Total.

Verificamos a existência de uma relação clara entre os dados colhidos através do NASA-TLX e a situação operacional real vivenciada no 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL, uma vez que os resultados obtidos através da aplicação do instrumento, refletiram o aumento no grau de complexidade da tarefa, visto através dos comparativos entre as situações operacionais normais e complexas (presença de intercorrências técnicas e ambientais). Verificou-se também um aumento nas taxas globais da carga nos vôos tidos pelos participantes como mais exigentes e complexos, além do implemento dessa taxa nas funções de cabine mais complexas, como nos vôos longos que exigem o rodízio entre o Piloto e Co-Piloto.

De um modo geral, a média da taxa global observada em diversas situações operacionais distintas, refletiram a complexidade do vôo, ou o tipo de

função de cabine efetuada pelo participante. Alguns dados dessa análise apresentaram-se limitados, por exemplo, a maior carga observada entre os pilotos, foi resultante em parte, da pequena quantidade de vôos efetuados e conseqüentemente analisados, limitando parcialmente esse resultado.

Através das análises realizadas nesse estudo, pôde-se verificar a praticidade e eficácia do método NASA-TLX na mensuração das cargas mentais de trabalho, uma vez que o método se mostrou de fácil compreensão para os participantes do estudo e facilmente aplicável, uma vez que o próprio participante pode realizar a aplicação após uma primeira realizada com a assistência do pesquisador.

Os resultados são facilmente convertidos em números e gráficos, facilitando a análise quantitativa dos resultados, viabilizando uma rapidez de análise dificilmente executável em análises qualitativas.

O vôo que apresentou a maior taxa global de carga foi um vôo não específico realizado em uma missão conjunta entre a Aeronáutica e a Marinha, porém, por ausência de detalhes esse resultado foi descartado, com esse descarte, o vôo com a maior taxa apresentada foi o vôo de Adaptação e Readaptação Diurna (16,66 pontos de taxa global) seguido pelo vôo de Busca e salvamento (11,49 pontos). Porém devemos recordar, que esses vôos não apresentaram a mesma frequência de ocorrência, em virtude dos cortes orçamentários realizados nas Forças Armadas por parte do governo Federal, limitando assim em parte essa análise.

Em termos de função de cabine de comando, as maiores taxas globais foram observadas nos participantes que desempenharam a função de Piloto isoladamente, seguida pela função intercalada de Piloto & Co-Piloto. A maioria dos participantes, executou o voo na condição de Co-Piloto da aeronave.

A média da taxa global da carga encontrada com a aplicação do NAXA-TLX nos participantes que compuseram a nossa população foi de 12,67 pontos, esse valor tem apenas valor ilustrativo uma vez que ele foi diluído entre todas as funções de bordo, presença ou não de intercorrências variadas e tipos diferentes de vôos, as conclusões referentes ao valor da taxa global devem ser analisados dentro de um contexto operacional específico, conforme foi realizado no Capítulo 10 e 11. Porém, a pequena quantidade de vôos executados durante o período de estudo limitaram em parte o potencial desse estudo.

No comparativo entre a aplicação do NASA-TLX, após a execução da tarefa real, ou apenas com o uso da memória, através de uma situação hipotética, verificamos que a situação hipotética reduz significativamente algumas demandas analisadas, e conseqüentemente o valor da taxa global da carga. De um modo geral contra indicamos o método hipotético, por razões óbvias que vão desde a diminuição da taxa global até a variabilidade apresentada por cada sujeito no que se refere a situação da tarefa e o que cada sujeito memoriza dessa tarefa quando realiza a aplicação hipotética.

Sugere-se a realização de estudos posteriores, viabilizando a realização de novas dissertações de mestrado ou até a realização de uma tese de doutorado. Tais trabalhos deverão obter resultados mais consistentes, uma vez que muitas

das limitações impostas a esse estudo já serão conhecidas, viabilizando assim, estratégias para o contorno de tais fatores limitantes.

Seria importante realizar-se trabalhos focados nos tipos de funções de cabine de comando e em tipos específicos de vôos, uma vez que antes da execução desse estudo, não tínhamos conhecimento do grande número de diferentes tipos de vôos executados pelo 2º Esquadrão do 7º Grupo de Aviação da BAFL.

Destacamos também, a importância do início de um processo de validação do instrumento NASA-TLX para o Brasil, viabilizando o seu uso nas mais diversas situações de trabalho.

## **CAPÍTULO 7: PUBLICAÇÕES**

Durante a realização deste estudo, foram efetuadas duas publicações nos anais do VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia – XII Congresso Brasileiro de Ergonomia – I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral; realizado pela ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia).

Foram os artigos:

- “A PRODUÇÃO DO CONCEITO DE CARGA MENTAL DE TRABALHO” – apresentado em Sessão Técnica no dia 05 de setembro de 2002.
- “ EXIGÊNCIAS FISIOLÓGICAS E ERGONÔMICAS DA ATIVIDADE DE PILOTO AVIADOR” - apresentado em Sessão Técnica no dia 05 de setembro de 2002.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASERINSKY E, KLEITMAN N. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. Science, p. 118:273-274, 1953.

BAUMER, M. H.; CRUZ R.M. & MORO, A. R. P. A produção do conceito de carga mental do trabalho. In: VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia – XII Congresso Brasileiro de Ergonomia – I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, Anais da ABERGO, Recife, 2002.

BAINBRIDGE, L. Possibilités oubliées em matière d'habileté et de charge de travail. Lê Travail Human. tome 40, nº 2, 195-202, 1977.

BALLONE, G.J. Transtorno do Sono em Idosos – Insônia, Hipersônia e Apnéia – in: <http://www.psiqweb.med.br/geriat/> , 2000.

BENEDEK, G.B. & VILLARS, F.M.H. - Physics with Illustrate Examples from Medicine and Biology. Addison-Wesley, v.1, 1994.

BESCO, R. O. Deficiências de conhecimento no desempenho do piloto. SIPAER, v. 13, n. 66, p. 8-14, maio, 1999.

BORG, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scandinavian Journal of Work Environmental Health, vol 16 (supl. 1): 55-58, 1990.

BOYER, P., G-Loc, Could it happen to you? – AOPA – Aircraft Owners and Pilots Association – (Australia) Magazine. – v. 43, n. 8, Aug., 1990.



CASALI, J. G. & WIERWILLE, W. W. A comparison of rating scale, secondary-task, physiological, and primary-task workload estimation techniques in a simulated flight task emphasizing communications load. *Human Factors*, vol 25, 623-641, 1983.

CASALI, J. G. & WIERWILLE, W. W. On the measurement of pilot perceptual workload: A comparison of assessment techniques addressing sensitivity and intrusion issues. *Ergonomics*, vol 27, 1033-1050, 1984.

CASTRO, R. Uma visão holística sobre a segurança em aviação. *SIPAER*, v. 10, n. 31, p. 12-16, jun. 1996.

CHACKEL, L. *Principles of Human Factors*. Califórnia, EUA: 1975.

CIPOLLA, N. J. et al. *Introdução à Cronobiologia*. Icone, São Paulo: 1988.

COELHO, E. C. & MAGALHÃES F. G. A influência dos aspectos psicológicos na segurança de vôo. *SIPAER*, v. 15, n. 75, p. 22-25, jun. 2001.

COLLE, H., REID, G.B. Context effects in subjective mental workload ratings. *Human Factors*. v. 40, n.4, p. 591-600, dez. 1998.

CONNOR, W. Examinando a radiação ultravioleta. *SIPAER*, v. 10, n. 31, p. 6-11, jun. 1996.

CRUZ, R.M. *Psicodiagnóstico de síndromes dolorosas crônicas relacionadas ao trabalho*. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção . Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

DEJOURS, C. *A loucura do trabalho. Estudo de psicopatologia do trabalho*. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DEJOURS, C.; ABDOUCHELI, E.; JAYET, C. Psicodinâmica do trabalho: contribuições da escola dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho. São Paulo: Atlas S.A., 1994.

FACCHINI, L. A.; WEIDERPASS, E.; TOMASI, E. Modelo operário e percepção de riscos ocupacionais e ambientais: o uso exemplar de estudo descritivo. Revista de Saúde pública. V. 25(5) p: 394-400, 1991.

GRECO, R. M.; OLIVEIRA, V. M & GOMES, J.R. Cargas de trabalho dos técnicos operacionais da escola de enfermagem da Universidade de São Paulo. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. v. 25, p. 59-75, 1995/1996.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J. & KERGUELEN, A. Compreender o trabalho para transformá-lo: A prática da ergonomia. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

GUYTON, A.C. Fisiologia Humana. 6a. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1992.

HAINES, T.B. Gas collections within the body. AOPA (Aircraft Owners and Pilots Association), Magazine, v. 43 nº. 4, April, 1990.

HART, S. G. Gerenciamento da carga de trabalho da tripulação: Um Fator Crítico no Desempenho do Sistema. SIPAER, v. 13, n. 66, p. 18-23, maio 1999.

HENDY, K.C., HAMILTON, K.M. AND LANDRY L.N. Measuring Subjective Workload: When Is One Scale Better Than Many? Human Factors vol. 35, n. 4, p.579-601, 1993.

HLASTALA, M.P. Pulmonary blood flow redistribution by increased gravitational force. v. 84, n. 4, p.1278-1288, April, 1998.

IIDA, I. Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 1990.

JORGENSEN, A. H.; GARDE, A. H.; LAURSEN, B. & JENSEN, B. R. Applying the concept of mental workload to IT-work. Finland, 1999.

KENTH, K. Dark night takeoffs and the false climb illusion. Aviation Bulletin, nº11, December, 1992.

LAURELL, A. & NORIEGA, M. Processo de Produção e Saúde. São Paulo: Hucitec, 1989.

LAVILLE, A. A Ergonomia. São Paulo: Editora USP. 1986.

LE GUILLANT, L. e cols. La névrose des téléphonistes. Paris, La presse medicale 43, p. 274-277, 1956.

LEMOS, J.C. Avaliação da carga psíquica nos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) em trabalhadores de enfermagem do Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Programa de Pós –Graduação em Psicologia. Universidade Federal de Santa Catarina 2001.

LEPLAT, J. Les facteurs déterminant la charge de travail. Le Travail Human, tome 40, nº 2, 195-202, 1977.

LEPLAT, J. & CUNY, X. Introdução à psicologia do trabalho. Trad. Helena Domingos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983.

LIGUORI, J. A. & LIGUORI, Aviação Militar. Aerofans. <http://www.aerofans.com.br>  
MANUAL DO NASA TLX – NASA Ames Research. Califórnia, EUA: 1986.

MELHADO, V.E.R. Comportamento da pressão arterial, do ritmo cardíaco e do sistema nervoso simpático de pilotos da aviação comercial, durante um voo regular .UNIFESP, São Paulo, 1999.

MESHKATI, N., HANCOCK, P. A. and RAHIMI, M. Techniques in mental workload assesment. Califórnia: 1992.

MIYAKE, T. Psychophysical scaling physical work. Japan: 2000.

MONTMOLLIN, M. Introducción a la ergonomia. Madrid: Aguilar, 1971.

MORAY, N. Mental workload since 1979. International Review of Ergonomics, v. 2, p. 123-150, 1988.

MORAES e MONT'ALVÃO. Ergonomia Conceitos e Aplicações. São Paulo: Editora 2AB, 1998.

MOURA, W. Trabalho e doença existencial: uma visão psicossociológica das doenças ocupacionais. Rio de Janeiro: Laboratório de Editoração da UFRJ, 1998.

O'DONNELL, R.D. & EGGEMEIER, F.T. (1986). Workload assessment methodology. In K.R. BOFF, L. KAUFMAN & J.P. THOMAS (Eds.), Handbook of perception and human performance. Vol. II, cognitive processes and performance. p. 42-49, New York: Wiley, 1986.

OGDEN, G.; LEVINE, J. & EISNER, E., Measurement of Workload by secondary tasks. Human Factors, v. 21, p. 529-548, 1979.

ROCHA, G.C., FREITAS, R.D. & ALVES, C.G. Sistemas de controle aeronáutico.

ITA: São Paulo: 1998. In:

<http://www.aer.ita.cta.br/cursos/proj98/CONTROLE/controle.htm>

SANTOS, H.A.C. Teoric Air-War. Military Aviation Corner, Tome 30, nº 6, 2001.

SANDERS, A.F. Towards a model of stress and human performance. Acta Psychologica, p. 53, 61-97, 1983.

SELIGMANN-SILVA, E. Desgaste mental no trabalho dominado. São Paulo : Cortez, 1994.

Setor de ergonomia da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da VARIG (APVAR), Voando com os Pilotos. São Paulo: 1992.

SOUZA, F.P., BALLALAI, A.L.M., MOTTA, C.L.O., SOUZA, E.L.M., SILVA, J.M., LIMA, L.V., GUATIMUSSIN, P.C.P. e BASTOS, R.C.A. O Sono, destacando o sonho o ritmo biológico e a insônia. Revista de Psicofisiologia, v. 3, nº 1-2, 1999.

SLUCHAK, R. B. Human Factors Manual. New York: HarperCollins, 1992.

SPERANDIO, J. C. L'ergonomie du travail mental. Paris: Masson, 1988.

WARD, D. The Measurement of Drivers' Mental Workload, Netherlands: 1996, PhD thesis, University of Groningen: University of Groningen, Traffic Research Centre. WELFORD, A. T. La charge mentale de travail comme fonction des exigences de la capacité de la stratégie et de l'habileté. Le Travail Humain, tome 40, nº 2, p. 283-304, 1977.

WICKENS, C.D. Engineering psychology and human performance. New York: HarperCollins, 1992.

WIERWILLE, W.W. & CASALI, J.G. A validated rating scale for global mental Workload measurement application. Human Factors Society 27th Annual Meeting, pp. 129-133, Santa Monica, CA: Human Factors Society, 1983.

WIERWILLE, W. W. & CONNOR, S. A. Evaluation of 20 workload measures using a psychomotor task in a moving-base aircraft simulator. *Human Factors*, vol 25, 1-16, 1983.

WIERWILLE, W.W., RAHIMI, M. & CASALI, J.G. Evaluation of 16 measures of mental workload using a simulated flight task emphasizing mediational activity. *Human Factors*, nº27, p. 489-502, 1985.

WISNER, A . Por dentro do trabalho. São Paulo: Editora FTD/Oboré, 1987.

WISNER, A. A inteligência no trabalho: Textos selecionados de ergonomia. São Paulo: Fundacentro, 1997.

## **BIBLIOGRAFIA**

COLLE, H. A.; REID, G. B. Context effects in subjective mental workload ratings. **Human Factors**, 40(4), p. 591-600, 1998.

COUTO, H. **Ergonomia aplicada ao trabalho**. Belo Horizonte: Ergo, 1995.

FIALHO, F.; SANTOS, N. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. Curitiba: Gênese, 1995.

GIL, A. C. **Pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1995.

ISO 10.075. **Ergonomic principles related to mental workload – General terms and definitions**. Switzerland: 1991.

ISO 10.075-2. **Ergonomic principles related to mental workload – Part 2: Design principles**. Switzerland: 1996.

Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. UFSC – PPGEPI- LED, 2001

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

MOURA, W. **Trabalho e doença existencial: uma visão psicossociológica das doenças ocupacionais**. Rio de Janeiro: Laboratório de Editoração da UFRJ, 1998.

ODDONE, I.; GASTONE, M. S. G.; BRIANTE, G. et al. **Ambiente de trabalho: a luta dos trabalhadores pela saúde**. São Paulo: Hucitec, 1991.

RASMUSSEN, J. **Modèles en analyse du travail**. Viège: Mandarga, 1991.

ULBRICH, C. **Considerações ergonômicas sobre a atividade de trabalho de um cirurgião dentista:** um enfoque sobre LER/DORT. Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.



## APÊNDICE

TRIGRAMA: DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2002 TEMPO DE VÔO: : h

FUNÇÃO A BORDO: ☐ PILOTO

☐ CO-PILOTO

TIPO DE VÔO REALIZADO:

☐ ADAPTAÇÃO/READAPTAÇÃO DIRURNA

☐ ADAPTAÇÃO/READAPTAÇÃO NOTURNA

☐ INSTRUMENTO AVANÇADO

☐ VÔO DE FORMATURA

☐ NAVEGAÇÃO

☐ LANÇAMENTO DE FOGUETES

☐ BUSCA

☐ CONTROLE AÉREO, ESCLARECIMENTO, PATRULHA E INTELIGÊNCIA ELETRÔNICA

☐ OUTROS: \_\_\_\_\_

INTERCORRÊNCIAS:

- Meteorologia: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Tráfego Aéreo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Panes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Diversos: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_